

أساسيات علوم و تقنية الألبان



أعضاء هيئة التدريس
قسم علوم و تقنية الألبان
كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية



أساسيات علوم وتقنية الألبان

إعداد

أعضاء هيئة التدريس

قسم علوم وتقنية الألبان

كلية الزراعة- جامعة الإسكندرية



8122 1151237 * 045 / 2202628



اسم الكتاب: علوم وتقنية الألبان
المؤلفة: أعضاء هيئة التدريس جامعة الإسكندرية

2015

رقم الابداع: ٢٣٤٣٠ / ٢٠١٤

الترقيم الدولي: 7- 177- 393- 977 - 978 I.S.B.N.

الفهرسة، علوم وتقنية الألبان

بستان المعرفة ٢٠١٥

٣٠٢ ص ١٧ * ٢٤.٥

تدملك: ١٧٧-٧ - ٣٩٣ - ٩٧٧ - ٩٧٨

العنوان-

الناشر

مكتبة بستان المعرفة

ج. م. ع. - كفر الدوار - الحدائق - أمام أبراج الحلواني

☎ : ٠٤٥/٢٢٠٢٦٢٩ & الإسكندرية ٠١٢١١٥١٢٣٧

E-mail: bostan_elma3rafa@yahoo.com

الطباعة و التجهيزات الفنية:

دار الجامعيين لطباعة والتجليد الاسكندرية

جميع حقوق النشر محفوظة

ولا يجوز طبع أو نشر أو تصوير أو إنتاج هذا المصنف أو
أى جزء منه بآية صورة من الصور

بدون تصريح كتابى مسبق ومن يخالف ذلك يتعرض
للمساءلة القانونية المنصوص عليها فى القانون المصرى

الباب الأول مقدمة عن صناعة الألبان

تلعب صناعة الألبان دورا كبيرا في اقتصاديات الكثير من دول العالم المتقدمة حيث يمثل إنتاج اللبن مالا يقل عن ٢٥% من الدخل الزراعي لهذه الدول ومن اكبر دول العالم إنتاجا الولايات المتحدة وكندا وأستراليا ونيوزيلندا وروسيا وإنجلترا وألمانيا وهولندا وبلجيكا وفرنسا وسويسرا وإيطاليا والسويد والنرويج ولاتفيا وبلغاريا وبولندا والمجر ورومانيا وبلغاريا وجنوب إفريقيا والهند.

تطور صناعة الألبان في العالم:

بدأ تقدم صناعة الألبان في أمريكا ودول أوروبا وأستراليا ونيوزيلندا بعد سنة ١٨٥٠ وقد ساعد على ذلك عدة عوامل هي:

١- التطور الصناعي: تطور آلات تصنيع الألبان تطورا كبيرا وفي مقدمتها أجهزة بسترة وتعقيم وتركيز وتجفيف اللبن وأجهزة فستوزا للبن وصناعة الزبد والمنثوجات اللبنية وكذلك أجهزة الغسيل الميكانيكي.

٢- التبريد الميكانيكي: أدى التوسع في استخدام أجهزة التبريد الميكانيكي إلى سهولة حفظ والتحكم في مقدرة اللبن الحفظية سواء في المزرعة أو أثناء النقل في السيارات المبردة من المزرعة للمصنع ومنه لاماكن البيع والتسويق.

٣- نمو حجم المدن: أدى زيادة حجم المدن وبالتالي زيادة عدد السكان إلى استهلاك كميات اكبر من اللبن ومنتجاته.

٤- الإشراف الحكومي: أدى الإشراف الحكومي وإصدار التشريعات في مجال اللبن ومنتجاته، ابتداء من الإنتاج إلى التصنيع والتعبئة

والنقل والتخزين والتبريد والتجميد والتسويق حتى وصولها للمستهلك، إلى زيادة الثقة في تناول الألبان ومنتجاتها.

٥- إنتاج اللبن النظيف: نظرا لتحسن طرق إنتاج اللبن واستخدام الحليب الآلي والذي يتبعه نظافة ماشيه اللبن أدى إلى زيادة الثقة في سلامة الألبان الناتجة.

٦- استخدام الوسائل الحديثة في التصنيع: نتيجة للبحوث والاكتشافات التي تمت في النصف الثاني من القرن العشرون حدث تطور هائل في صناعة الألبان حيث أمكن إنتاج وتصنيع العديد من المنتجات اللبنية مع الاحتفاظ بجودتها وسلامتها من النواحي المظهرية والكيمائية والطبيعية والميكروبية والحسية والصحية.

٧- تحسين السلالات الحيوانية المدرة للبن مما نتج عنها زيادة كميات اللبن.

تطور صناعة الألبان في مصر:

يصل الإنتاج السنوي من اللبن في مصر إلى حوالي ٢٥ مليون طن. ويمثل اللبن الجاموسي حوالي ٥٠ - ٥٥% واللبن البقري ٤٠ - ٤٥% ولبن الأغنام ١% ولبن الماعز ٠,٥%.

وتتجه الكميات المنتجة من اللبن في مصر إلى ثلاثة اتجاهات:

١- الاتجاه الأول و يتم فيه صناعة الألبان بالطرق البدائية في المنازل الريفية اللبن. وتقوم هذه الصناعة أساسا علي ترقيد اللبن الخام في شوالي حتى يرتفع الدهن إلى اعلي مكونا طبقة سميكة والتي تعرف بالقشدة الحامضية ويتخثر اللبن أثناء فترة الترقيد ويعرف باللبن الرائب و بعد ذلك يتم تحويل القشدة إلى زبد ثم إلى سمن أما اللبن الرائب فيصنع منه الجبن القريش والتي تستهلك طازجا وبعضه يتم تحويله إلى مش.

٢- الاتجاه الثاني هو صناعه الألبان فهو يتم في المعامل البلدية في المدن القريبة من أماكن إنتاج اللبن أو في القرى سواء في منطقة الدلتا أو في المدن الواقعة بوادي النيل جنوباً. و يتركز نشاط الغالبية العظمى لتلك المعامل في إنتاج الأجبان المصرية مثل الجبن الجاف (الراس و الرومي) و الجبن الأبيض الطري (الدمياطي)، و غالبية تلك المعامل تستخدم اللبن الخام في التصنيع.

٣- الاتجاه الثالث لصناعة منتجات الألبان يتم في المصانع الكبيرة مثل مصانع قطاع الأعمال العام ممثلة في شركة مصر للألبان وعدد من المصانع الاستثمارية الحديثة موزعة علي الوجهين البحري والقبلي. و يتركز إنتاج تلك المصانع في تصنيع اللبن السائل المعبأ و للزبادي و الجبن الأبيض المصنع عن طريق الترشيح الفوقي و كذلك إنتاج الجبن المطبوخ.

ونظراً لعدم كفاية اللبن الخام المنتج في مصر سنوياً للاستهلاك المحلي فإن الدولة تقوم باستيراد اللبن المجفف والمكثف وكذلك بعض المنتجات مثل الزبد والجبن الطري والجاف وذلك حتى يمكن الوفاء باحتياجات السوق المصري من المنتجات اللبنية المختلفة.

و بالرغم من إنتاج اللبن محلياً واستيراد الكثير من المنتجات اللبنية فإن المستهلك المصري يعتبر من أقل المستهلكين للبن في الدول العالم كما يوضح الجدول التالي:

الدولة	استهلاك الفرد من اللبن (كجم / يوم)
السويد	١,٤٣
نيوزيلندا	١,١٢
أمريكا	١,٠٦
إنجلترا	٠,٨٠
فرنسا	٠,٢٩
الهند	٠,١٠
مصر	٠,٢

العوامل التي تؤدي إلى زيادة محصول اللبن في مصر:

- ١- الاهتمام بالظروف البيئية والصحية والغذائية للحيوان مع استخدام الأساليب العلمية السليمة في التربية والانتخاب والتحسين الوراثي.
- ٢- خفض الفاقد من اللبن المنتج يوميا وذلك بإدخال وسائل التبريد المختلفة بالمزرعة وكذلك استخدام السيارات المجهزة بالتبريد الميكانيكي لنقل اللبن من المزرعة إلى المصنع.
- ٣- اتباع الوسائل التي أدت إلى تقدم صناعه الألبان في الدول المتقدمة وتلخص في استخدام الحليب الآلي والتوسع في أقامه المصانع الكبيرة والتي يستخدم فيها الوسائل الحديثة في التصنيع.
- ٣- استيراد ماشيه اللبن عالية الإدرار مثل الفريزيان والجرسني لزيادة كميته اللبن الخام.

الغدة اللبنية وإدرار اللبن

تركيب الفرع:

يوجد للماشية أربعة غدد لبنية تكون في مجموعها الضرع وكل غده منها أو كل ربع عبارة عن غده إفرازية منفصلة بقنواتها اللبنية وحلمتها و توجد عند طرف الحلمة فتحة تعرف بقناة الحلمة تغلق بواسطة صمام عضلي لمنع نزول اللبن الذي يتجمع أثناء فترات ما بين عمليه الحليب ، وفوق الحلمة يتسع الذي يفتح عند نهايته العليا في خزان الغدة. ويصب في خزان الغدة عديد من الأنابيب اللبنية التي تتفرع إلى قنوات اصغر إلى أن تنتهي بانتفاخات صغيره تعرف بالبصيلات وتكون البصيلات ما يشبه الحويصلة (وهي عبارة عن تجويف مغلف بطبقة واحدة من الخلايا الغشائية رقيقة الجدار).

إدرار اللبن:

ويتطور نمو الغدد اللبنية للحيوان من الولادة إلى البلوغ ، ثم من البلوغ حتى الحمل وإثناء الحمل ثم بعد الولادة حيث يبدأ الإدرار Lactation والذي يقسم بدوره إلى مرحلتين:-

١- المرحلة الأولى هي مرحلة الإفراز Milk secretion:

ويتحكم في إفراز اللبن العديد من الهرمونات أهمها البرولاكتين Prolactin وبالرغم من أن المواد الأولية لمكونات اللبن المختلفة تأتي من الدم إلا أنه يتم تخليق مكونات اللبن داخل الضرع ومن ثم يختلف التركيب الكيماوي للبن تماما عن التركيب الكيماوي للدم ، حيث أن مكونات اللبن الرئيسية وهي الكازين واللاكتوالبومين ، وسكر اللاكتوز والدهن جميعها لا توجد إطلاقاً في الدم. أما المواد الموجودة في الدم واللبن فهي الفيتامينات والأملاح والهرمونات وجلوبيولينات المناعة. ويتحكم العديد من العوامل في إدرار اللبن وبالتالي في تركيبه الكيماوي وأهمها نوع الحيوان الحلوب. وسلالته والمدته بين فترات الحليب وكفاءة عملية الحليب وموسم الحليب والتغيرات الفصلية وتأثير كل من سن الحيوان وتغذيته وحالته الصحية.

٢- المرحلة الثانية هي مرحلة خروج اللبن Milk removal :

ويتم حلب الماشية أو ما يعرف بخروج اللبن Milk removal لما بالحليب اليدوي أو بالحليب الآلي وفي كلتا الحالتين يجب العناية بنظافته وتطهير كل من ضرع الماشية والأدوات والأواني والآلات المستخدمة في عملية الحلابه وكذلك نظافة أيدي الحلابين.

وتعتبر عملية خروج اللبن أثناء عملية الحليب رد فعل لتنبيه الحلمة حيث تتنبه الأعصاب الحسية الموجودة في الجلد والحلمات وينتج عن

ذلك إفراز هرمون الاوكسيتوسين Oxytocin من الفص الخلفي للغدة النخامية مما يؤدي إلى انقباض عضلات الغدة وطرده اللبن خارج البصيلات والقنوات اللبنية.

الباب الثاني كيمياء وتركيب الألبان

يعرف اللبن بأنه الإفراز الطبيعي للغدد اللبنية الناتجة من الحلب الكامل لإناث الحيوانات الثديية ، ويرتبط اللبن ارتباطاً وثيقاً بتغذية الإنسان حيث يعتبر هو أول غذاء يتناوله الإنسان منذ ولادته ويستمر حتى فطامه ثم يرافقه في جميع مراحل عمره في الصحة والمرض وذلك في صورته لبن سائل أو منتجات لبنية مختلفة مثل الجبن والألبان المتخمرة ونواتج اللبن الدهنية والمثلوجات اللبنية واللبن المكثف والمجفف ... الخ.

ولا تختلف ألبان الحيوانات الثديية في كمياتها فقط ولكن تختلف في نسب مكوناتها الرئيسية وهي الماء - الدهن - البروتين - سكر اللاكتوز - الفيتامينات - الأملاح.

وبالإضافة إلى لبن الأم فإن الإنسان يتناول ويقوم بتصنيع العديد من ألبان الثدييات الأخرى وتنقسم الألبان من هذه الناحية إلى ألبان كثيرة الاستخدام مثل ألبان البقر والجاموس ، وأخرى قليلة الاستخدام مثل ألبان الأغنام والماعز وألبان نادرة الاستخدام مثل ألبان الإبل والأفراس.

وتعتبر ألبان البقر والجاموس أكثر الألبان استخداماً في المدن والقرى علي مستوى العالم ويتميز اللبن البقري بأنه الأكثر استخداماً وتصنيعاً في جميع دول العالم باستثناء مصر والهند حيث يعتبر اللبن الجاموس هو الأكثر استخداماً وتصنيعاً بهما.

إما بالنسبة لألبان الأغنام والماعز فهي تستخدم بكميات قليلة في المدن والقرى والمناطق الموجودة بها مراعي طبيعية أما ألبان الإبل فهي تستخدم بكثرة في مناطق قبائل البدو في بعض دول العالم

وخاصة في قارتي أفريقيا وآسيا ، هذا ويوجد الآن بعض مصانع إنتاج اللبن المبستر وبعض المنتجات اللبنية الأخرى في ألبن الإبل في كل من موريتانيا والمملكة العربية السعودية ويمتاز لبن الإبل عامته بارتفاع قيمته الغذائية والمناعية أما لبن الأفراس ينتشر في منطقة آسيا الوسطى وبعض الدول الأوروبية ويستخدم غالبا لإنتاج أنواع معينة من الألبان المتخمرة المتميزة

النوع	ماء	دهن	لاكتوز	كارين	وتينات اللبن الأخرى	رماد
الإنسان	٨٧,٤١	٣,٧٦	٦,٢٩	٠,٩١	١,٣٢	٠,٣١
البقر	٨٧,٣٢	٣,٧٥	٤,٧٥	٣,٠٠	٠,٤٠	٠,٧٥
الجاموس	٨٢,٢٤	٧,٥١	٤,٧٧	٤,٢٦	٠,٤٦	٠,٧٦
الغنم	٧٩,٤٦	٨,٦٣	٤,٢٨	٥,٣٣	١,٤٥	٠,٩٧
الماعز	٨٣,٣٤	٦,٦٧	٤,٩٦	٣,٦٢	٠,٦٠	٠,٨٤
الإبل	٨٦,٥٧	٣,٠٧	٥,٥٩	٣,٥٩	٠,٤١	٠,٧٧
الأفراس	٩٠,١٨	١,١٧	٥,٧٧	١,٢٧	٠,٧٥	٠,٣٦

والهدف من دراسة تركيب اللبن ليس مهما فقط لمعرفة القيمة الغذائية له ولكن أيضا لمعرفة مدى نجاح صناعه العديد من المنتجات اللبنية التي يتوقف نجاحها بدرجة كبيرة علي التركيب الكيماري للسبن وخواصه الطبيعية.

- المكونات الأساسية للبن:

- الماء Water:

تتراوح نسبة الماء في الألبان المختلفة ما بين ٧٧,٥ - ٩١,٥ %
وللماء أهمية كبيرة من الناحيتين الصناعية والكيمائية. حيث تتم فيه
كافة التخميرات التي تقوم بها البكتيريا والفطريات السائل كما أنه
يعطي اللبن حاله السائله ، ويوجد فيه الآمن علي حاله استحلاب
Emulsion والبروتينات علي حاله غروية Colloidal واللاكتوز
وبعض الأملاح المعدنية علي حاله ذوبان. ويتواجد الماء في اللبن علي
صورتين:

أولاً: الماء الحر Free water: ويعرف بأنه الماء الذي يمكن
التخلص منه عند تسخين اللبن علي درجة حرارة ١٠٥°م لمدة ٣-٤
ساعات تحت الضغط الجوي العادي وتبلغ نسبته حوالي ٩٦% من
جملة الماء الموجود باللبن .

ثانياً: الماء المرتبط Bound water: ويعرف بأنه الماء الذي لا
يذيب السكروز ، ولا تظهر له خواص الماء المعروفة ، كالتجمد
والضغط الاسموزي ويوجد هذا الماء في اللبن مرتبطاً بالبروتينات
والفوسفوليبيدات ، كما يلتصق جزء من هذا الماء بحبيبات الدهن .
وتقدر نسبة الماء المرتبط في لبن الأبقار حوالي ٤% من جملة الماء
الكلي ، ويرتبط ٥٠% منه مع الكارين و ٣٠% منه بالآلبومين
Albumin والجلوبيولين Globulin ، كما يرتبط ١٥% منه
بمركبات أخرى كالفوسفوليبيدات الموجودة بالغشاء المحيط بحبيبات
الدهن Fat globules membran لذلك يعتبر الماء وسط
الاذابة لمواد الألبان الذائبة مثل الأملاح واللاكتوز أو يعلق به مكونات
اللبن حيث يوجد الدهن في صورة مستحلب والبروتينات في صورة
معلق غروي.

- اللاكتوز Lactose:

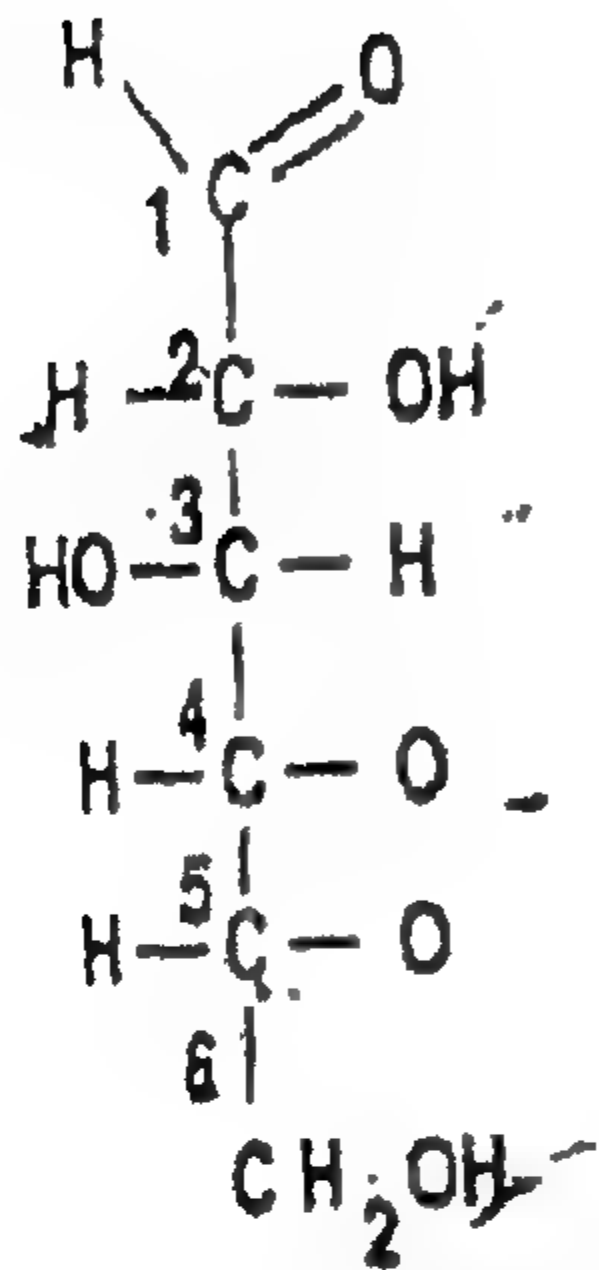
يعتبر اللاكتوز ممثل الكربوهيدرات Carbohydrate الرئيسي في اللبن ويطلق عليه أحيانا سكر اللبن ويوجد في جميع أنواع الألبان وبخلاف اللاكتوز يوجد آثار من الجلوكوز والجالاكتوز وبعض السكريات الأخرى والتي تتواجد ذائبة في الوسط المائي كمحلول حقيقي وترجع الاختلافات في نسبها إلى الاضطرابات في إفراز اللبن وتختلف نسبة اللاكتوز في المنتجات اللبنية المختلفة تبعا لطريقه التصنيع وترجع أهميته إلى:

١- يساهم اللاكتوز في القيمة الغذائية للألبان حيث انه يمثل مصدرا لإمداد الأطفال الرضع بالكربوهيدرات.

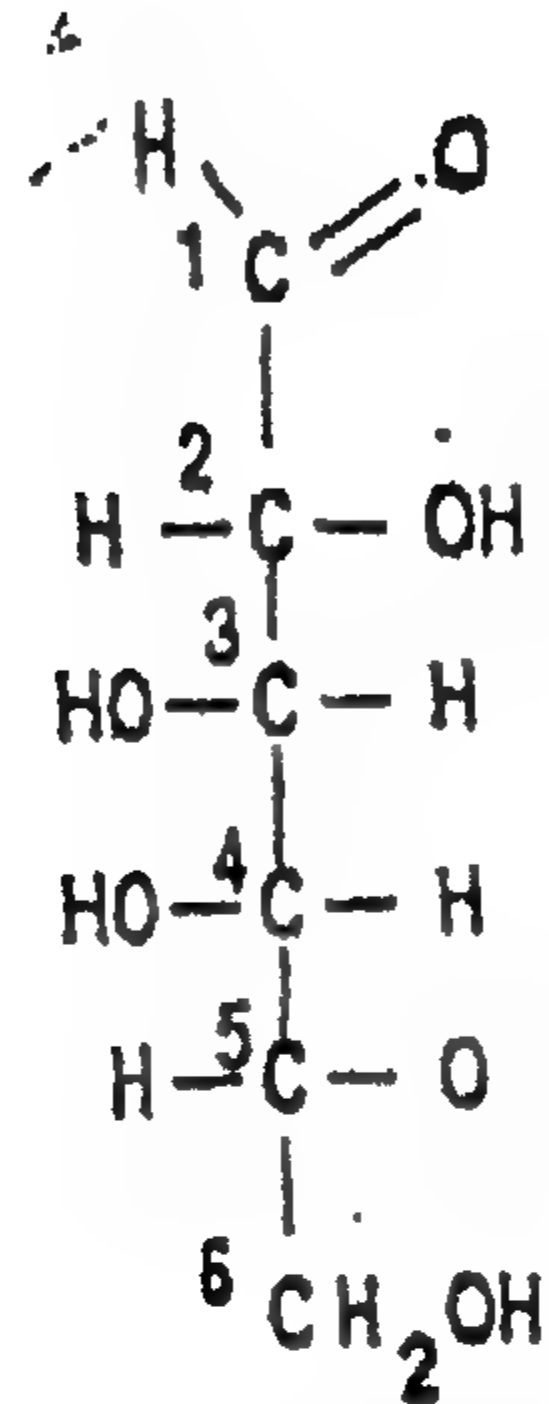
٢- وتخمّر اللاكتوز له أهمية كبيرة في صناعة الألبان المتخمرة ، وصناعة حامض اللاكتيك وتستخدم للتعرف على بعض الميكروبات أو تثبيط البعض الآخر.

٣- يؤثر اللاكتوز علي ذائبيه بعض مكونات الألبان المجففة والمخزنة لفترات طويلة وذلك عند تخمره مما يؤثر علي خواصها الحفظيه وذائبيتها.

٤- يلعب اللاكتوز دورا في التغيرات التي تحدث في اللون والطعم للمنتجات اللبنية المعاملة بالحرارة العالية مثل تكرمل سكر اللاكتوز أو تفاعل ميلارد ويعتبر اللاكتوز منتجا مهما من الشرش whey الناتج من صناعة الجبن ويستخدم في الصناعات الصيدلانية Pharmaceutical industries (يدخل في تركيب بعض الأقراص الطبية وتستخدم كمادة فعالة للفطريات لإنتاج البنسلين).



D - Glucose



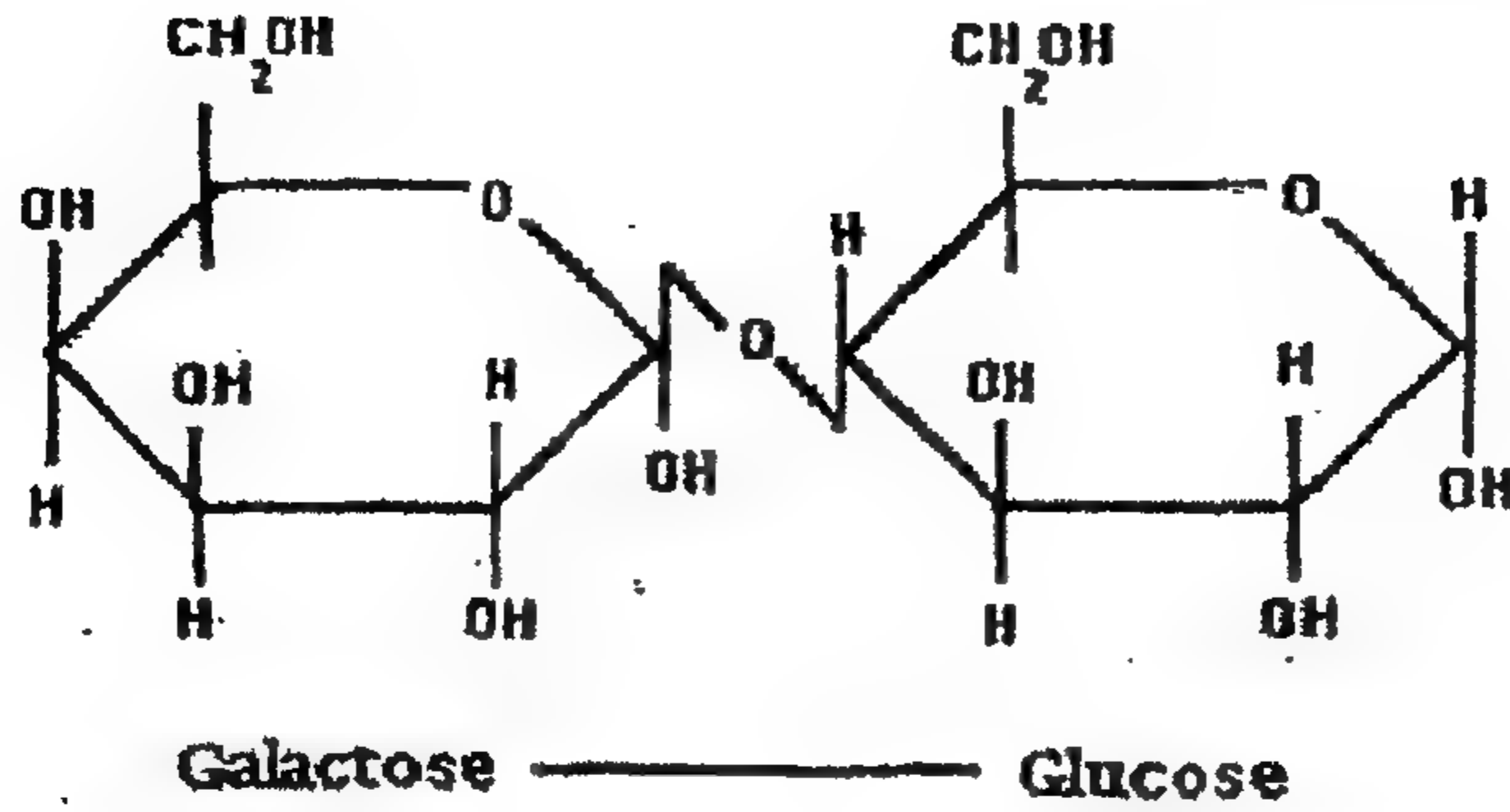
D - galactose

□

واللاكتوز سكر ثنائي مختزل ويتكون من سكر الجلوكوز وسكر الجالكتوز

ويمكن بناء اللاكتوز بتكثيف الجلوكوز والجالكتوز وخروج جزيء ماء وتكوين رابطة 1,4 B- glycosydic linkage (رابطة جليكوسيدية) بين ذره كربون ٤ في الجلوكوز وذره كربون ١ في الجالكتوز ليعطي اللاكتوز.

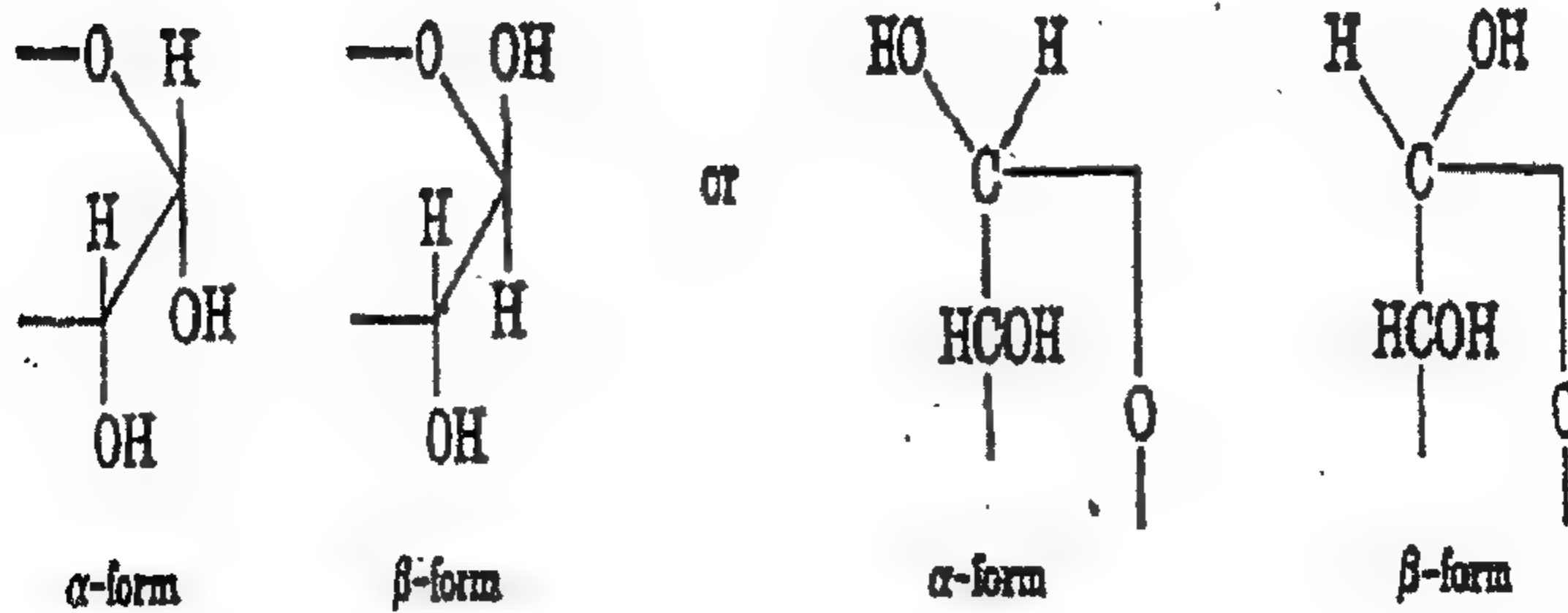
كما يوضحه الشكل:



واسمها العلمي D- (B-D Galactopyranosyl) 1-4 glucopyranose

وبذلك تبقى مجموعه الدهيد مختزله في الجلوكوز حرة ولذلك فسكر
اللاكتوز سكر ثنائي مختزل حيث يختزل اللاكتوز مختزول فهلنج
(كبريتات النحاس إلى أكسيد نحاسوز).

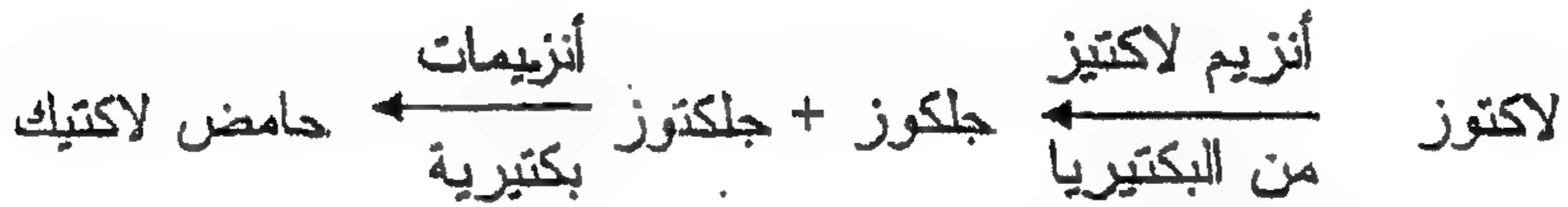
ويوجد اللاكتوز في صورته مشابهيين



وللصورتين خواص طبيعية مختلفة وبالتالي يسميان α -Lactose و β -Lactose

والصورة α -Lactose يختلف في التوزيع الفراغي لذرة الكربون رقم ١ كما يتضح من الشكل السابق والذي يتواجد في صورة ذائبة علي درجة حرارة اعلي من ٩٣ م°.

التحلل المائي للاكتوز:



دهن اللبن Milk Fat:

يعتبر دهن اللبن اكثر مكونات اللبن قيمة ويرجع ذلك إلى:

١- القيمة الاقتصادية للدهن:

ويحدد سعر اللبن علي حسب محتواه من الدهن وبذلك يتحدد سعر منتجات الألبان علي حسب محتواها من الدهن.

٢- القيمة الغذائية للدهن:

و القيمة الغذائية العالية لدهن اللبن ترجع إلى محتواه العالي من الأحماض

الدهنية متوسطة السلسلة والأحماض الدهنية الأساسية Essential

fatty acids كذلك لأنه يحتوي فيتامينات أ ، د ، هـ ، ك

(A-D-E- K) الذائبة فيه.

٣- علاقة الدهن بالطعم والنكهة:

أن طعم ونكهة دهن اللبن يعتبر أن مفضلين ومقبولين للمستهلك بالمقارنة بالدهون الاخرى.

ولهذا السبب فان منتجات الألبان المحتوية علي نسبة عالية من دهن اللبن

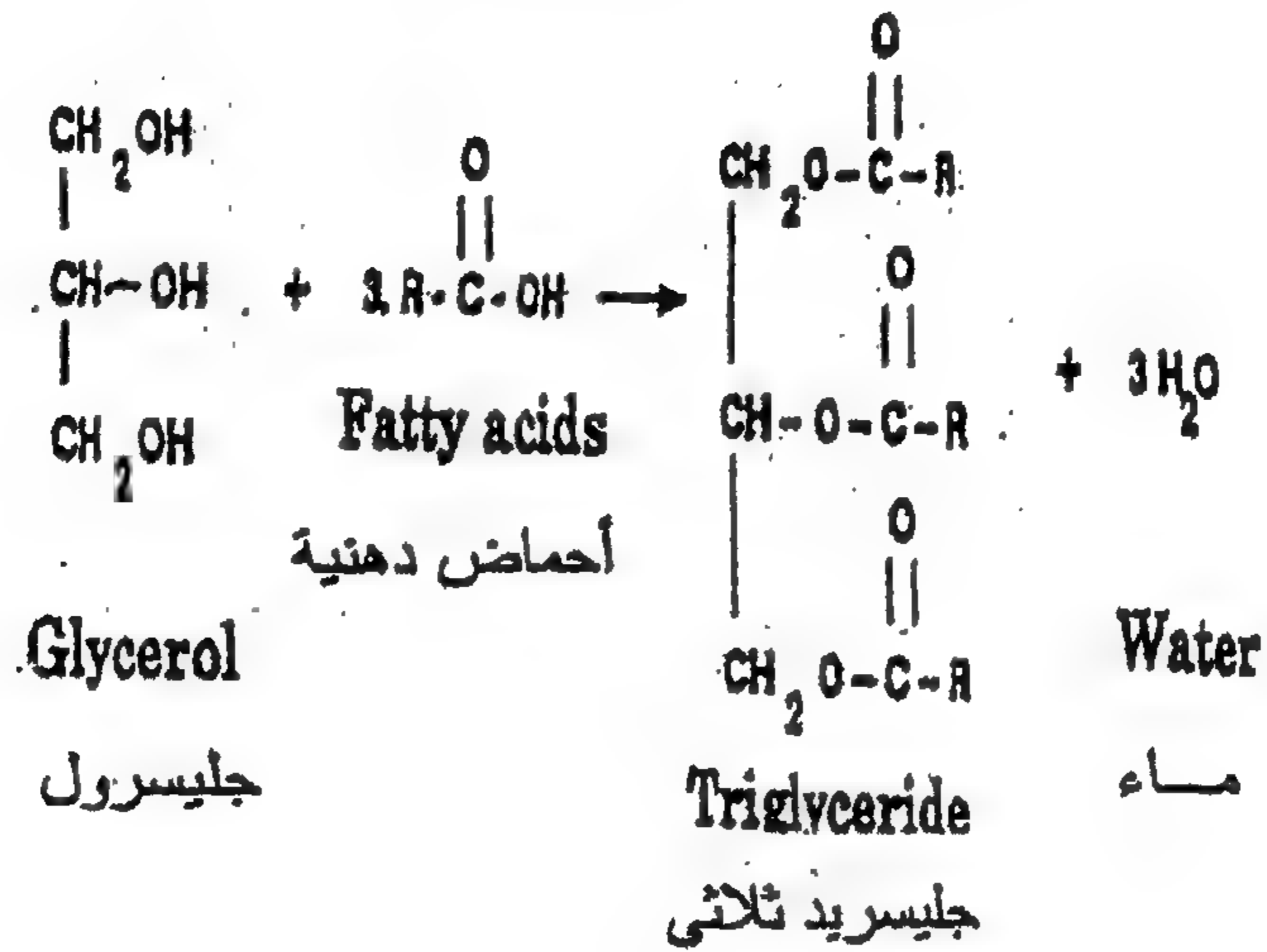
مثل الزبد والسمن تتفوق علي مثيلتها المصنعة من الدهون النباتية.

٤- الخواص الطبيعية التي تتأثر بالدهن.

ويمتاز دهن اللبن بارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الذائبة الطيارة من ك،-
ك. والتي تؤثر على خواص التركيب والقوام والطعم.

تعريف الدهن:

يتكون دهن اللبن أساساً من الجليسيريدات الثلاثية للأحماض الدهنية
وتتكون نتيجة اتحاد جزئي واحد من الكحول الثلاثي الأيدروكسيل وهو
الجليسرول مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية بواسطة روابط
أستر، وعلى ذلك يكون الرمز العام للجليسيريدات الثلاثية كما يأتي:

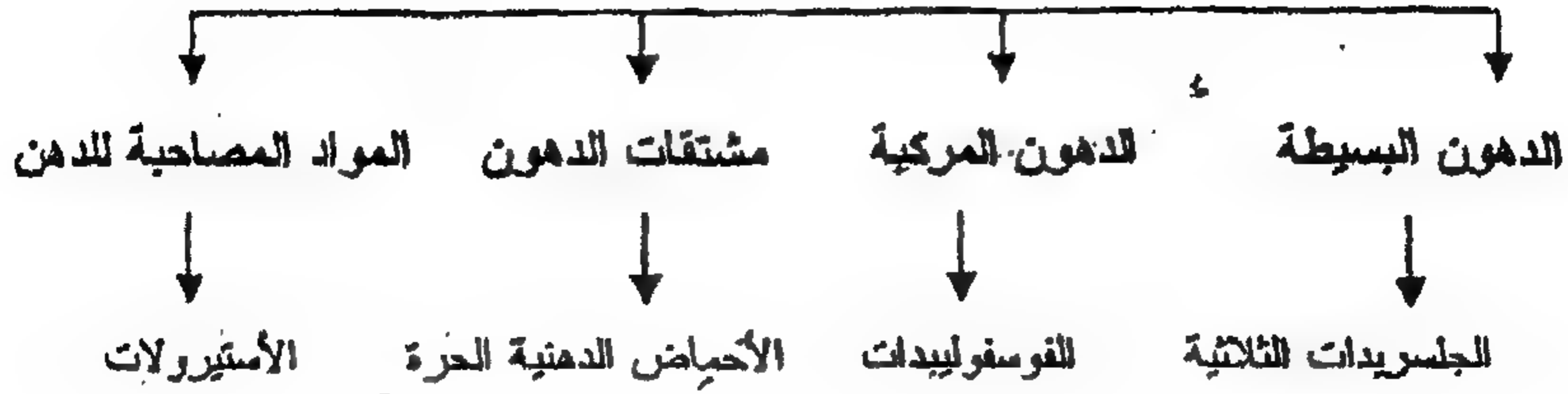


□

تركيب دهن اللبن:

يتركب دهن اللبن من الدهون البسيطة (الجليسيريدات الثلاثية)
والدهون المركبة والفوسفوليبيدات ومشتقات الدهون والأحماض الدهنية
الحرّة وكذلك من المواد المصاحبة والذائبة في الدهون كما هو موضح
بالشكل التالي:

تركيب دهن اللبن المعقد



تركيب الجلسريدات الثلاثية:

الجلسريدات هي استرات الأحماض الدهنية مع الكحول الثلاثي (الجليسرول) كما في المثال التالي:

لو كانت الأحماض الدهنية الثلاثة المؤسّرة لنفس الحامض تسمى (جلسريدات متجانسة) Homogenous Triglyceride

أما في حالة حامضين غير متجانسين أو ثلاثة تسمى (جلسريدات غير متجانسة) Heterogenous Triglyceride ويلاحظ أن: الجلسريدات الموجودة في دهن اللبن تكون من النوع غير المتجانس وبالتالي تؤثر خواص الأحماض الدهنية الداخلة في التركيب على خواص الجلسريدات ، كما وأنه هناك نوعين من الجلسريدات.

١-الجلسريدات المشبعة

٢-الجلسريدات غير المشبعة والتي تحتوي على حامض الكربونيك مع روابط ثنائية وهي تؤثر بشده على خواص دهن اللبن ويلاحظ أن دهن اللبن النقي يكون خليط من الجلسريدات المشبعة وغير المشبعة الغير متجانسة.

أنواع الأحماض الدهنية الداخلة في تركيب دهن اللبن:

١- الأحماض الدهنية المشبعة الداخلة في تركيب دهن اللبن لها أهميه من ناحية نقطه انصهار الدهن وبالتالي القوام وكذلك تحديد نوعيه دهن اللبن وتحديد الطعم والرائحة للدهن حيث أن الأحماض الدهنية المشبعة

المحتوية علي ٨ ذرات كربون فأقل تكون سائله علي درجه حرارة الغرفة. بينما الأحماض الدهنية المحتوية علي عدد كبير من ذرات الكربون تكون مركبات بيضاء متبلورة والتي تزداد نقطه انصهارها مع زيادة طول السلسلة الكربونية.

وتمثل الاحماض الدهنية المشبعة ٦٦% من الاحماض الدهنية في اللبن.
٢- الأحماض الدهنية غير المشبعة الداخلة في تركيب دهن اللبن يكون لها تأثير اكبر علي الخواص الطبيعية والكيمائية لدهن اللبن من تأثير الأحماض الدهنية المشبعة حيث يؤدي وجود الروابط المزدوجة إلى:

- أ- تكون عدد كبير من صور المشابهات وبذلك يمكن تحول الحامض الدهني من مشابه إلى آخر.
- المشابهات المتكونة تتشابه في التركيب الكيماوي ولكن تختلف في التوزيع الفراغي وبالتالي تختلف في خواصها الطبيعية والكيمائية.
- ب- سهولة أكسدةها بأكسجين الهواء الجوي مما يؤدي إلى تكوين مركبات ذات وزن جزيئي اصغر.
- ج- يحدث لها تفاعلات أضافه بالهالوجينات والتي تستخدم لتحديد نسبه الجلسريدات غير مشبعة في الدهن وبالتالي قياس القوام.

- الرمز العام للجلسريد الثلاثي: جليسرول + ٣ حامض دهني.
- الجليسرید المتجانس: جليسرول + ٣ أحماض دهنية نفس الحمض.
- الجليسرید المتجانس: جليسرول + نوع واحد من الاحماض الدهنية.
- الجليسرید الغير متجانس: جليسرول + ٣ أحماض دهنية مختلفة التركيب.

يوضح الجدول التالي الأحماض الدهنية الداخلة في تركيب دهن

اللبن وبعض خواصها:

أولاً: الأحماض الدهنية المشبعة:

الحامض	التركيب	نقطة الغليان	% الذوبان في الماء على ٢٠°م	نقطة الانصهار °م	في
بيوتريك	C_3H_7-COOH	١٦٢,٥	٩٦,٨	٧,٩-	٢
كابتريك	$C_5H_{11}-COOH$	٢٠٥	٦,٨	١,٥-	١,٥
كابتريك	$C_7H_{15}-COOH$	٢٣٨	١,٥	١٦,٥	١
كابتريك	$C_9H_{19}-COOH$	٢٧٠	٦	٣١,٥	٦,١
لوريك	$C_{11}H_{23}-COOH$	٢٩٩	٢	٤٣,٥	٣
ميريستيك	$C_{13}H_{27}-COOH$	أكثر من ٣٠٠	١	٥٣,٥	٥
بالميتيك	$C_{15}H_{31}-COOH$	أكثر من ٣٠٠	١	٦٢,٦٠	١٣
استياريك	$C_{17}H_{35}-COOH$	أكثر من ٣٠٠	١	٧٠	٢
أراكيديك	$C_{19}H_{39}-COOH$	أكثر من ٣٠٠	-	٧٥	٤

ثانياً: الأحماض الدهنية غير المشبعة:

الحامض	التركيب	نقطة الغليان	% الذوبان في الماء على ٢٠°م	نقطة الانصهار °م	% في الدهن
الاوليك	$C_{17}H_{33}-COOH$	غير متبخر - لا يذوب	-	١٤	٤٥ - ٢٥
اللينوليك	$C_{17}H_{31}-COOH$	غير متبخر - لا يذوب	-	٥ -	٦ - ٢

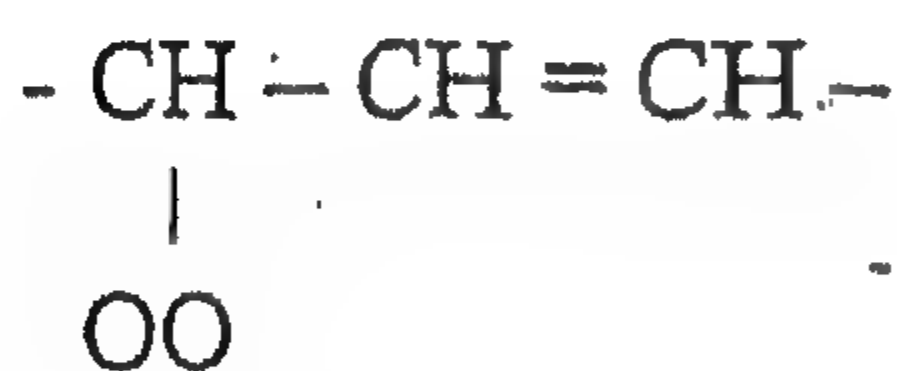
تغيرات دهن اللبن:

Oxidation: ۱-الاكسده

وجود الأحماض الدهنية الغير مشبعة في دهن اللبن تؤدي الي حدوث الأكسدة الذاتية بواسطة الاكسجين - تؤدي الأكسدة الي نشوء مشاكل كثيرة في صناعة الألبان وأكسدة دهن اللبن ينشأ عنه طعوم غير مرغوبة وقد تستعمل مصطلحات أخرى للتعبير عن الطعم المتأكسد مثل الطعم المعدني أو الطعم الشحمي أو الطعم الزيتي والخطوة الأولى للأكسدة تبدأ بإزالة الأيدروجين من مجموعة الميثيلين $(-CH_2-)$ الملاحقة للرابطة المزدوجة (\approx) فيتكون أصل حر Free Radical.

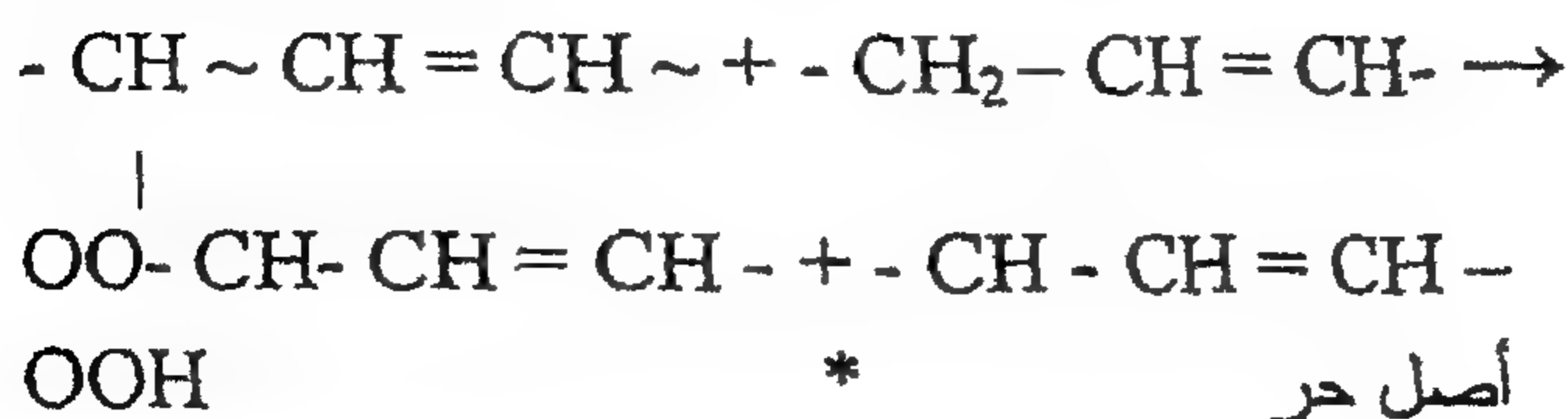


والخطوة الثانية: يضاف الأكسجين إلى الأصل الحر المتكون ويكون أصل كل ثاني من البروكسيد Peroxide.



* Peroxide Free Radical أصل حر ثاني من البروكسيد

الخطوة التالية: يهاجم البروكسيد (أصل حر ثاني) جزئ آخر من حامض دهني غير مشبع نازعاً من الأيدروجين الملاصق للرابطة المزدوجة ليتكون من البيروكسيد Peroxide هيدروبيروكسيد. ليتكون من الحامض الدهني الغير مشبع أصل حر جديد كالآتي:



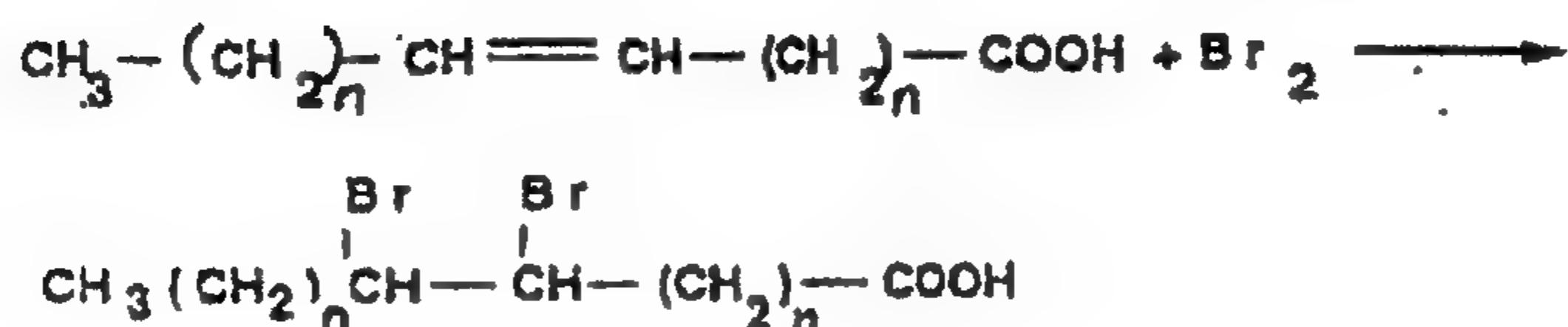
Hydroperoxide هیدروپروکسید

التفاعل المتسلسل Chair reaction: السابق يوضح حدوث الاكسدة
 Dutoxidation بتأثير عوامل مساعدة ذاتية. وفوق
 النيتروكسيد المتكون غير ثابت ويتحلل مكوناً الدهيدات وكيثونات
 وأحماض وهذه المركبات هي المسئولة عن ظهور الطعم المتأكسد في
 اللبن.

والعوامل التي تسرع من الاكسدة هي الحرارة والضوء وبعض
 المعادن وخاصة النحاس والحديد، الرطوبة والمثبطات التي توقف
 الاكسدة هي إزالة الاكسجين من الوسط المحيط بالمنتجات اللبنية
 المخزنة. وذلك بالتعبئة في وجود غاز النيتروجين وقد تستعمل مواد
 مضادة للاكسدة.

٢- تفاعل الاضافه للهالوجينات (كلور - بروم - يود):

Epoxide



وهي تستخدم للكشف عن وجود الروابط المزدوجة (الأحماض
 الدهنية غير المشبعة) حيث لو تغير لون المحلول المضاف له رابع
 كلور يد الكربون دل ذلك علي وجودها.

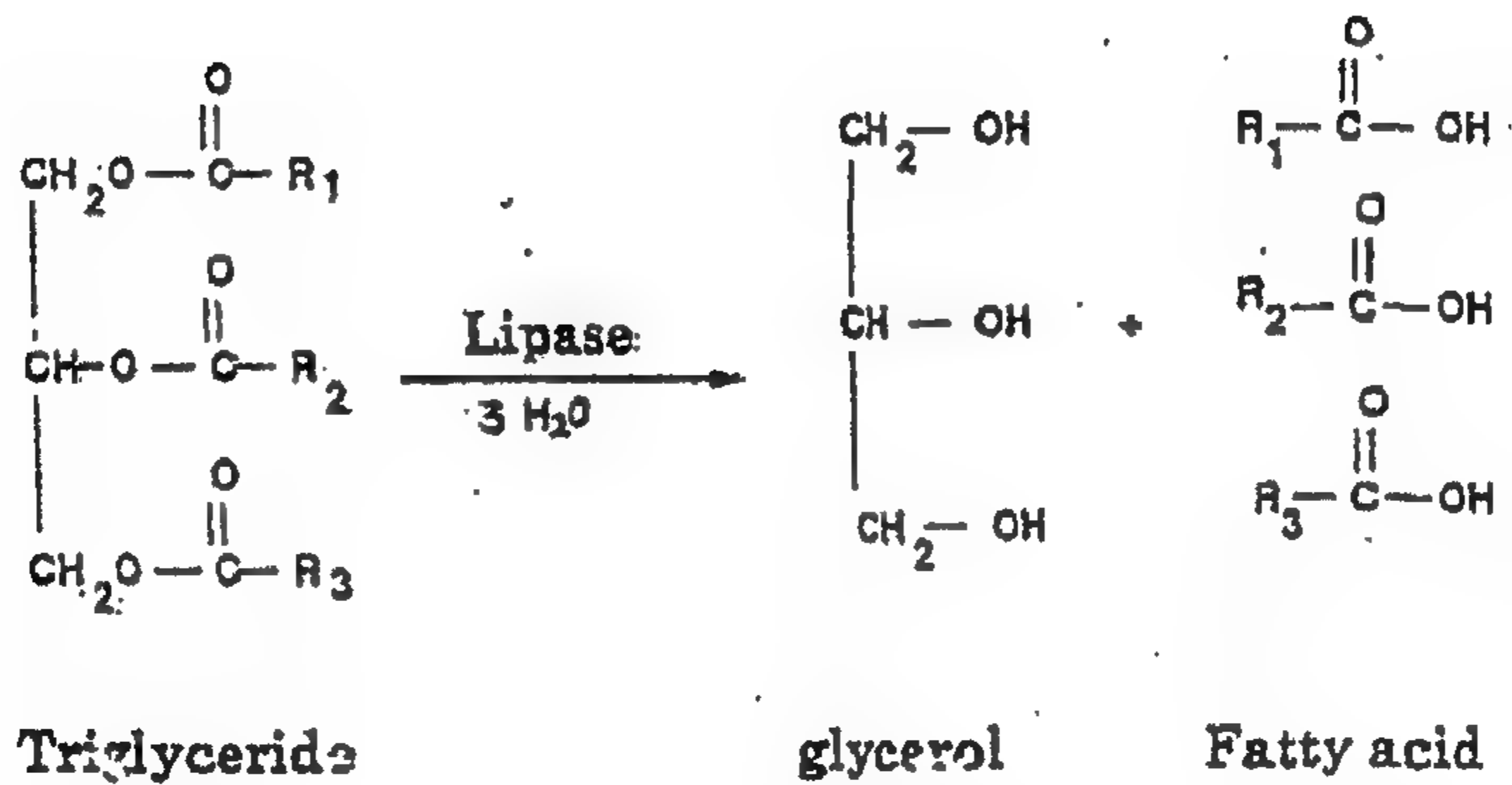
الرقم اليودي Iodine value كميته اليود بالجرام اللازمه لتشبع
 ١٠٠ جم من الدهن تحت ظروف محدد ويزداد هذا الرقم مع زيادة
 محتوى الحامض الدهني من الروابط المزدوجة.

فمثلا الرقم اليودي: - لحمض الاوليك ٨٩,٩

- ولحمض اللينوليك هو ١٨١ - ولحمض اللينولينك هو ٣٧٢,٥

٣- التزنخ التحلي أو الطعم المتزنخ:

يحتوي اللبن الخام علي أنزيم Lipase له القدرة علي التحلل المائي للجلسريدات جزئيا أو كليا وينتج عن ذلك انطلاق الأحماض الدهنية الحرة وأهمها حمض البيوتريك وهو المسئول عن ظهور الطعم المتزنخ في اللبن ومنتجاته وتوضح المعادلة التالية هذا التفاعل:

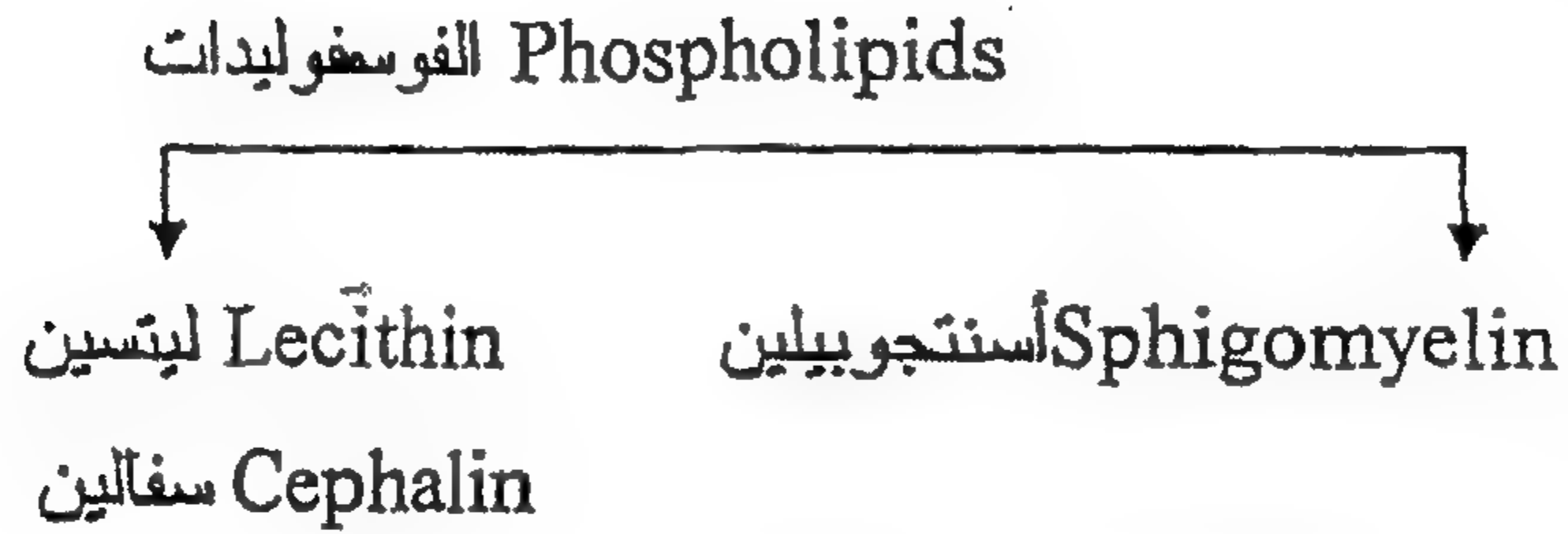


ويوجد أنزيم Lipase في صورته غير نشطة بعد إفراز اللبن مباشرة أي أنه لا يوجد مد مصا علي حبيبه الدهن كما أن وجود الغشاء البيروتيني المحيط بحبيبه الدهن يمنع دخول الأنزيم إلى الدهن وبالتالي أي معاملات تصنيعيه تؤثر علي غلاف حبيبه الدهن مثل التجنيس و الرج الشديد و التسخين و التبريد تعمل علي أد مصاص الإنزيم علي سطح حبيبه الدهن ومن ثم تؤدي إلى زيادة نشاطه. ويعتبر تزنخ دهن اللبن من المشاكل الرئيسية في صناعة الألبان حيث يتميز دهن اللبن عن الدهون الأخرى باحتوائه علي نسبة عالية من الأحماض الدهنية منخفضة الوزن الجزيئي (البيوتريك - الكابرويك - الكابريليك) ولكن عموما يعتبر حمض البيوتريك هو المسئول عن ظهور الطعم المتزنخ اللبن ومنتجاته.

المركبات المرتبطة بدهن اللبن:

١- الفوسفوليبيدات Phospholipids :

تتبع الفوسفوليبيدات مجموعة المركبات المشابهة لدهن اللبن والتي تحتوي علي حمض الفوسفوريك وتسمى أيضا بالفوسفوتيدات وتنقسم إلى:



٢- الجليكوليبيدات Glycolipids :

وهذه المجموعة من المركبات تحتوي علي القاعدة الكحولية Sphingosine بالإضافة إلى حامض دهني وسكر الجالاكتوز وأهم أفرادها السربوسيدات Cerebrosides .

وتحتوي الفوسفوجلسريدات علي كحول الجليسرول كالجلسريدات الثلاثية بينما يحتوي الاسفنجوميالين علي الكحول الاميني اسفنجوسين. أهمية الفوسفوليبيدات:

١- تلعب دورا مهما من ناحية التغذية وخاصة في بناء العظام وخلايا المخ.

٢- تثبت مستحلب اللبن حيث تعمل كمواد استحلاب Emulsifying agent عن طريق بنائها لكريات الدهن في صوره مركب معقد من الفوسفوليبيدات والبروتين.

٣- تعمل علي ثبات الرغوة Stabilizer foam والتي تعتبر ضرورية في صناعه بعض المنتجات اللبنية مثل القشدة المخفوقه كما أنها تحسن كذلك الريع في المثلوجات اللبنية.

- تواجد الفوسفوليبيدات في اللبن ومنتجاته:

يحتوي اللبن علي الفوسفوليبيدات بنسبه ٠,٠٢ - ٠,٠٣ % بل
يحتوي دهن اللبن علي نسبه ٠,٦ - ١ % منها وتوزع علي مكوناتها
كالآتي:

السيفالين	٢٢ %
(فوسفاتيديل ايثانول أمين)	٢٩-٣٨ %
الليثيسين (فوسفاتيديل كولين)	٣٥-٤٠ %
اسفنجوميلين (فوسفاتيديل سيرين)	١٩-٢٤ %
سربروسيد Cerebrosides	حتى ٦ %

ويختلف محتوى اللبن من الفوسفوليبيدات علي حسب نوع تغذيته
الحيوان وكذلك علي حسب درجه تكوين المركب المعقد مع البروتين
ودرجه تكسر تلك المركبات.

- ويوضح الجدول التالي نسب تواجد الفوسفوليبيدات في بعض
منتجات الألبان:

المنتج اللبني	الدهن %	الفوسفوليبيدات %
لبن فرز طازج	٠,٥	٠,٢٧٩
لبن كامل الدسم	٣,٧٨	٠,٣٠١
قشدة متخمرة	٢٦,٧	٠,٣٢
قشدة طازجة	٢٩,٨	٠,٤٦٤
زبد مصنع من قشدة طازجة	٧٨,٨	٠,٣٢١ - ٠,٣٨٤
لبن خض	٨٢,٥	٠,٣٦٥ - ٠,٥٠١

- الكوليستيرول Cholesterol:

هو أحد أفراد مجموعه الاستيرولات Sterols وتركيبه الكيماوي
ويحتوي اللبن علي كوليستيرول بنسبه ٠,٢٥ - ٠,٤ % من وزن الدهن.

ويتوزع الكوليستيرول في اللبن إلى ثلاثة أجزاء الأول مع الدهن السائل والثاني مع غشاء حبيبه الدهن والجزء الثالث مع بلازما اللبن. والكوليستيرول غير ذائب في الماء ويتميز عن الدهن بذوبانه في خالات الإيثايل البارد ويذوب في الكحول وثنائي اثير الايثايل والكلوروفورم وهو نشط ضوئيا وذلك لوجوده ذرات كربون غير متناظرة وهو يكون بلورات ابريه ونقطه انصهارها 51.48°C وله دور فسيولوجي مهم في جسم الإنسان حيث يمكن أن يزيل التأثير السام لبعض السموم بالجبن .

ويقوم الجسم ببناء احتياجاته من الكوليستيرول المتواجد في الغذاء ويعتبر الكشف عن الاستيروولات النباتية المتواجدة مع الكوليستيرول هو الأساس في الكشف عن غش دهن اللبن باضافه زيوت نباتيه.

- تركيب غشاء حبيبه الدهن

:Structure of fat globule membrane

يوجد الدهن في اللبن على شكل مستحلب مكون من كريات صغيره قطرها يتراوح بين 1-22 ميكرون (الميكرون = 10^{-6} سم) ويحتوي 1 مل من اللبن على 0.1 - 3 مليون من الكريات وهي تأخذ الشكل الكروي بفضل قوه الجذب السطحي للدهن والذي يعمل على تصغير مساحة السطح الخارجي إلى اقل حد ممكن كما أن الحبيبات قد تتجمع على شكل عناقيد صغيره إلا أن بعضها قد يكون منفردا وهذه العناقيد يزيد فيها أحد مشتقات الايوجلوبولين (Euglobulin) أي الجلوبيولين الحقيقي فتتكون عناقيد اكبر فتتكون طبقه القشدة. تتصامم حبيبات الدهن مع بعضها البعض بسبب عددها الهائل والحركة الدورانية وتأثير الحرارة ورج اللبن أثناء النقل إلا أنها لا تفقد حاله الاستحلاب أي إنها لا تندمج مع بعضها البعض فلا يتجمع الدهن في كرات كبيرة

أو ينفصل علي حالة طبقه زيتيه علي السطح أي أن حاله الاستحلاب لدهن اللبن هي حاله شديدة الثبات ويرجع ذلك لسببين هما:

١- Adsorption أدمصاص بعض المواد ذات القابلية السطحية علي سطح حبيبات الدهن مما يؤدي إلي ضعف الجذب السطحي وهذه المواد مثل الفوسفوليبيدات وبعض الاسترولات والفيتامينات تملك في جزيئاتها أقساما تذوب في الماء Hydrophilic وأخرى تذوب في الدهن Hydrophobic.

٢- وجود غشاء رقيق يحيط بحبيبه الدهن يمنع اندماج الحبيبات مع بعضها البعض ويتكون هذا الغشاء من مواد بروتينية كالجلوبيولين المسمى Euglobulin الذي عند نشاطه يربط بين الحبيبات ويكون طبقه القشدة في اللبن والبقرى ، كما توجد بعض الأنزيمات الفوسفاتيز Phosphatase و الزانثين الاوكسيديز Xanthine- Oxidase كما يوجد فيها آثار من الدهن يبلغ سمك هذا الغشاء ما بين ٨٠-١٠٠ أنجستروم (الانجستروم = 10^{-8} سم. وهو يحمي الحبيبات في نفس الوقت من الأنزيمات المحللة للدهن ويتوقف حجم حبيبات الدهن في اللبن علي عدة عوامل:

١- نوع الحيوان فهي في اللبن الجاموسي اكبر منها في اللبن البقري وفي الأخير اكبر من لبن الماعز والأغنام والإبل.

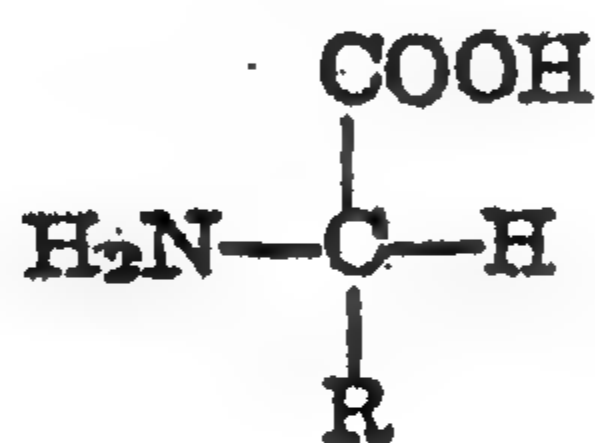
٢- سلالة الحيوان.

٣- التغذية. فكلما زادت نسبة الدهن في العليقه كبر حجم حبيبات الدهن في اللبن الناتج وكلما اقتربت الماشية من فصل الجفاف صغرت حبيبات الدهن ويلاحظ انه كلما زاد حجم حبيبات الدهن كلما سهل صعوده إلي اعلي مكونا طبقه القشدة.

بروتينيات اللبن: Milk proteins

تتتمي البروتينات للمركبات العضوية الآزوتية وهي مواد معقدة التركيب تتكون أساساً من عناصر الكربون والهيدروجين والأكسجين والآزوت وكذلك الكبريت وبعضها يدخل في تركيبه عنصر الفوسفور مثل كازين اللبن.

وتعرف البروتينات بأنها مكونات تتكون أساساً من الأحماض الأمينية التي تتحد مع بعضها كيميائياً مكونة جزيئات البروتينات ذات الوزن الجزيئي المرتفع.



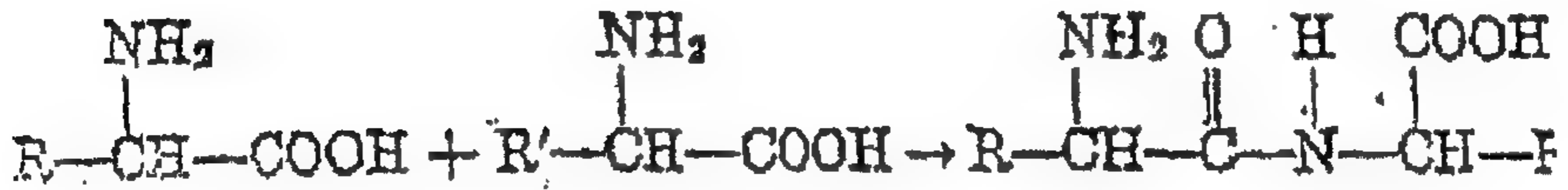
α -amino acids

- وتمتاز الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات بأنها من نوع ألفا ورمزها العام هو وتتماثل جميعها في وضع مجموعته الكربوكسيل ومجموعه الأمين ولكن تختلف في باقي الجزيء (R) فقد يتكون من سلسلة كربونية مستقيمة أو مشعبة وقد يحتوي على حلقة بنزين في تركيبه أو تركيب حلقي آخر وتختلف الأحماض الأمينية من النوع ألفا في احتوائها على مجموعات فعالة فبعضها يحتوي على أكثر من مجموعته حامضية ويطلق عليها أحماض أمينية حامضية والبعض الآخر يحتوي على أكثر من مجموعته قاعدية وتسمى كذلك أحماض أمينية قاعدية، كما تحتوي بعض الأحماض الأمينية في تركيبها على عنصر الكبريت الذي يوجد في صورته ثنائي الكبريت S—S .

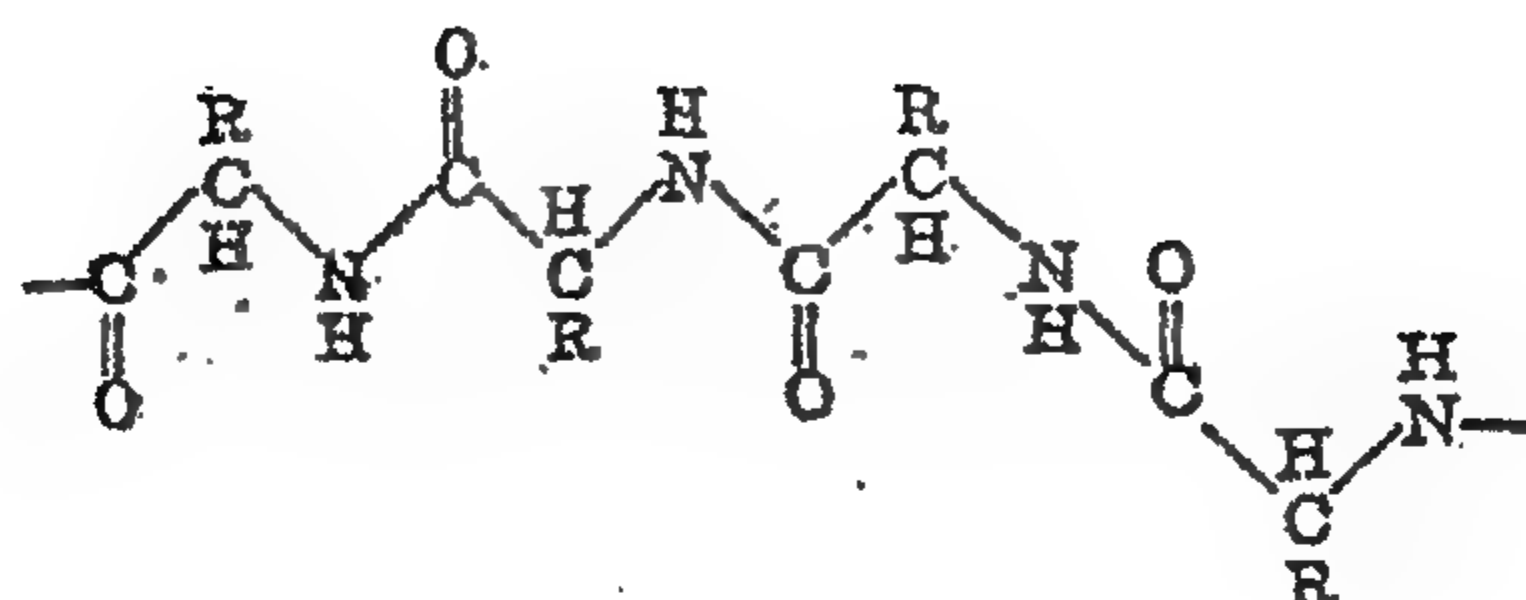
أو في صورة مجموعة (-SH) Sulphydryl

البناء الكيميائي للبروتينات يشمل ارتباط الأحماض الأمينية فيما بينها برابطه ببتيدية Peptide linkage مكونه سلاسل ببتيدية علي أن هذا لا يمنع وجود أنواع أخرى من الارتباط بين المجاميع الفعالة للأحماض الأمينية المكونه للجزئ، وقد ينتج عن ذلك اتصال السلسلة الببتيدية في مواضع مختلفة مكونه شكل حلقي أو تلتف السلسلة الببتيدية حول بعضها بدلا من وجودها ممتده.

- تتكون الرابطة الببتيدية باتحاد مجموعته الكربوكسيل COOH -
لاحد الأحماض الأمينية
مع مجموعته الأمين NH - لحمض أميني آخر، وبذلك تتكون
الرابطة الببتيدية كما يوضحه الشكل التالي



وبهذا الارتباط يتكون ثنائي الببتيد Dipeptide يحتوي علي وحدتين من الأحماض الأمينية (متماثلة أو مختلفة التركيب) ويتكون ثلاثي الببتيد Tripeptide باتحاد ثلاث وحدات من الأحماض الأمينية وهكذا إلي أن تتكون سلاسل ببتيدية ذات عدد كبير من الوحدات المتماثلة
الأحماض الأمينية المختلفة كما يوضحه الشكل التالي:



وتختلف البروتينيات فيما بينها تبعا للاعتبارات الآتية:

١- نوع وعدد كل من الأحماض الامينية المكونة للجزيء.

٢- ترتيب وضع الاحماض الامينية في السلسلة الببتيدية.

٣- التوزيع الفراغي حول السلسلة الببتيدية.

٤- الشكل العام لجزيء البروتين.

٥ - ارتباط البروتين بمواد غيربروتينية مثال الدهون والسكريات

والمعادن وغيره.

ويتضح من هذه الاعتبارات احتمال وجود عدد لا حصر له من

البروتينيات المختلفة.

- التأثير الامفوتيري للبروتينات: (Amphoteric reaction)

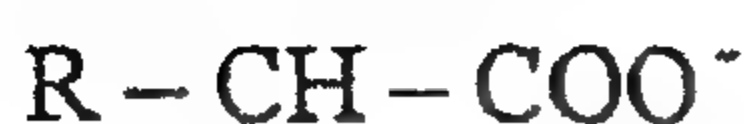
تحتوي الأحماض الامينية علي مجموعة حامضية (-COOH)

ومجموعة قاعدية (-NH_2) فلها خواص الأحماض وخواص القواعد

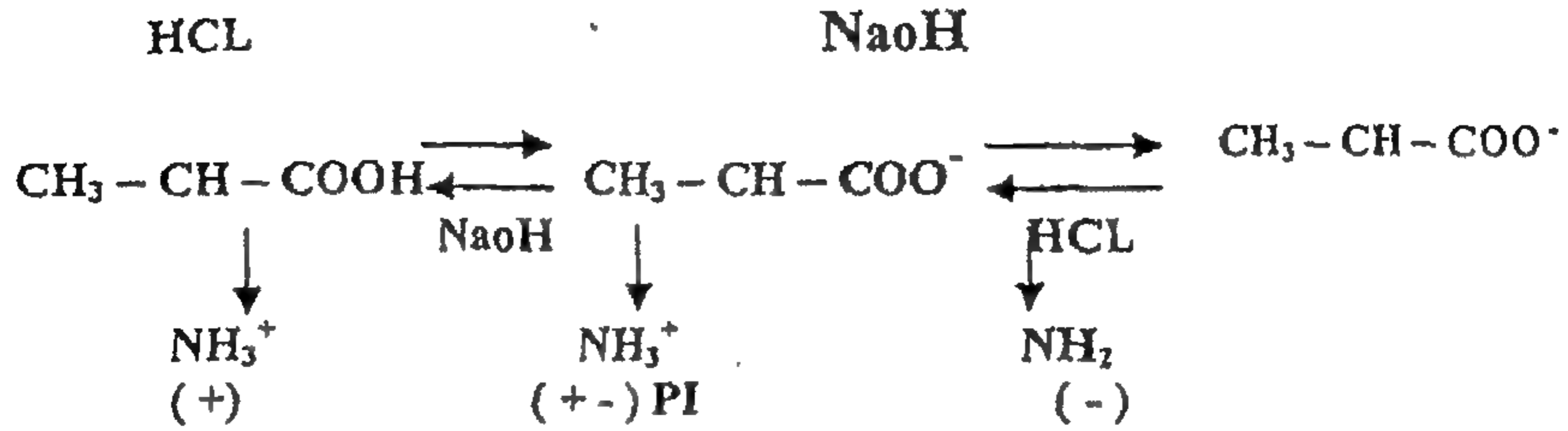
ولذلك تكون ملح داخلي Inner salt يتعادل مجموعه الكربوكسيل مع

مجموعة الامين ويسمي الملح الداخلي Zwitter ion وهو علي شكل

حاله متأيئه ويحمل شحنات سالبه وموجبه تعادل بعضها .



وللأحماض الأمينية خواص امفوتيرية فهي تتفاعل مع الأحماض وتتفاعل مع القلويات. ففي الوسط القلوي تحمل الأحماض الأمينية شحنات سالبة وفي الوسط الحامضي شحنات موجبة.



ونقطة التعادل الكهربائي للحامض الأميني (pI) Isoelectric point هي محصلة ثوابت التفكك للمجاميع المتأينة بها ومثال لذلك حامض الجليسين يمتلك مجموعته أمينية واحدة لها ثابت تفكك = ١٠، ومجموعته كربوكسيلية لها ثابت تفكك = ٢، فتكون نقطة التعادل الكهربائي للجليسين = ٢ + ١٠ / ٢ = ٦، وتختلف الأحماض الأمينية في نقطة التعادل الكهربائي باختلاف المجاميع المتأينة. فمجموعته Imidazole الموجودة بالهستيدين لها ثابت تفكك = ٨، والجوانسدين (في الأرجنين) لها ثابت تفكك = ١٢,٥ ومجاميع الكربوكسيل الجانبية للأحماض الأمينية الحامضية لها ثابت تفكك = ٣,٥.

وارتباط الأحماض الأمينية من خلال مجموعته الأمين ومجموعته الكربوكسيل لتكون السلاسل الببتيدية للبروتين، وينشأ عنه أن معظم هذه المجاميع ترتبط مع بعضها، ولذلك فإن المجاميع الموجودة في السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية تؤثر بدرجة كبيرة في منح جزيئات البروتينات الصفات القطبية، وبالتالي يمتلك قوه تنظيمية عالية Buffer reaction وعلي الجانب القلوي لنقطة التعادل الكهربائي للبروتين فإنه يحمل شحنة سالبة وعلي الجانب الحامضي يحمل شحنة موجبة وتتوقف القيم العددية لنقطة التعادل الكهربائي لكل بروتين علي

نوع وعدد الأحماض الأمينية في الجزيء، ونقطة التعادل الكهربائي للبروتين ربما تختلف بعض الشيء تبعاً لتركيبة وتركيز الأملاح الموجودة بالوسط.

وعند نقطة التعادل الكهربائي لـ PI للبروتين تقل الذائبيه والثبات والتوصيل الكهربائي في حين ان سرعة ترسيب البروتين وحساسياته للترسيب بالكحول تكون اكبر مايمكن، ونقطة التعادل الكهربائي للكازين غالباً ما تكون عند قيمه $pH 4.6$ وهذه النقطة قدرت باستخدام طرق التحليل الكهربائي والذوبان وتستعمل هذه النقطة كوسيلة لترسيب الكازين من اللبن وتختلف أجزاء الكازين (ألفا، بيتا، جاما) في مقدار نقطة التعادل الكهربائي واختلاف أجزاء الكازين في هذه النقطة هو الأساس في تحضير كل شق من هذه الشقوق على حده.

تقسيم بروتينات اللبن:

الكازين يعرف بأنه المكون البروتيني في اللبن الذي يتجبن بواسطة الحموضه الطبيعيه أو بواسطة المنفحة والبروتينات الباقية في العجول بعد ازاله الكازين تسمى بروتينات الشرش أو بروتينات السيرم.

وفي سنة ١٩٤٤ حدد رولاند Rowland طريقه لتحليل وتقدير اقسام بروتينات اللبن كمياً وهي: يضرب كميه النيتروجين $6.38 \times$ لتحويل النيتروجين إلى بروتين.

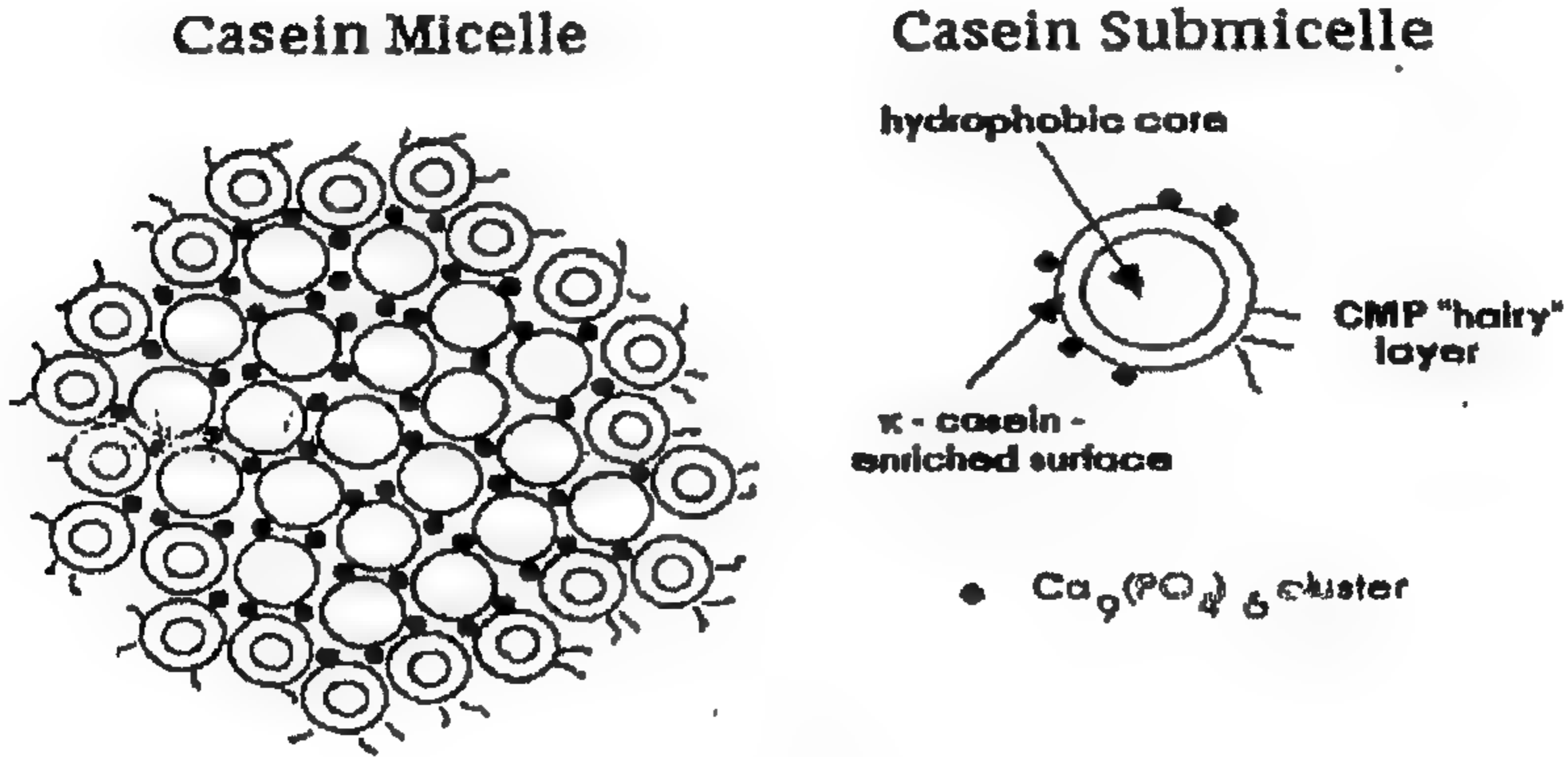


وقد قام Rowland بتسخين اللبن إلى درجة الغليان وقد وجد أن ٨٠% من بروتينات الشرش تتغير فيها طبيعة البروتين (ويحدث لها دنتره Denaturation) وتترسب مع الكازين أي تترسب على pH ٤,٦. بروتينات الشرش المدنتره ترجع أساسا إلى دنتره

اللاكتوالبومين، اللاكتوجلوبولين، وتوجد بروتينات أخرى لا تتأثر بالحرارة ولا تترسب مع الكازين علي pH ٤,٦ وتتبقى في المحلول وتسمى البروتيوذيببتون Proteose-peptone وتمتلك وزن جزيئي صغير بالمقارنة بالبروتينات الأخرى، وهذه البروتينات مقاومة للدنترة بالحرارة.

١-الكازين Casein:

الكازين هو المكون الرئيسي لبروتينات اللبن ، يكون حوالي ٨٠% من البروتين الكلي للبن، ويوجد الكازين في اللبن علي هيئة جزيئات غروية كبيرة محتوية علي كميات من الكالسيوم، الماغنسيوم، الفوسفات، السترات. وترجع المشاكل الناشئة في صناعه الألبان إلي سلوك جزيئات الكازين وخاصة من ناحية تجمعها بواسطة الأملاح، أو الأحماض أو المنفحة.



ميسل الكازين

طرق فصل الكازين:

١-نقطه التعادل الكهربائي (pI) Isoelectric point: يمكن

فصل الكازين بواسطة تحميض اللبن الفرز إلي أن يصل إلي pH ٤,٦

٤,٧ - وهذا هو الأساس المتبع لتحضير الكازين في المعمل أو الصناعة وتوجد عدة طرق لتحضير الكازين بواسطة الترسيب بالحامض تختلف عن بعضها في نوع وقوة الحامض ومعدل أضافه الحامض ودرجه الحرارة وعوامل أخرى وكل هذه الطرق يتم فيها تحضير الكازين الخالي من الأملاح.

٢- التجبن بالمنفحة Renneting: ويتم باستعمال أنزيم الكيموسين (الموجود بالمنفحة) علي صورته مستخلص أو عجينه أو مسحوق، ويلاحظ أن هذا النوع من التجبن لا يؤثر علي كميته الكالسيوم في الكازين فيبقى علي حالته الغروية ولا يتحول إلي الحالة الذائبة.

٣- الأملاح Salts: يمكن ترسيب الكازين باستعمال تشبع كامل من كلوريد الصوديوم علي حرارة الغرفة وتستعمل هذه الطريقة في تحضير الكازين بالمعمل.

٤- الطرد المركزي العالي ultracentrifugation: يمكن فصل جزيئات الكازين بواسطة الطرد المركزي العالي وذلك لأجراء الدراسة العملية.

تقسيم الكازين:

كان يعتقد قديما أن الكازين بروتين متجانس Homogeneous تحت الظروف المختلفة وذلك لان تقديرات الكربون والنيتروجين والأكسجين والأيدروجين والكبريت والفوسفور كانت دائما ثابتة وكذلك تحليل الأحماض الامينية كانت واحدة في جميع العينات المأخوذة من الألبان المختلفة للأبقار.

وفي سنة ١٩٣٩ أثبت Mellander أن الكازين بروتين غير متجانس Heterogeneous وذلك باستعمال طريقه الهجرة في مجال كهربائي لعدة تحضيرات من الكازين ووجد أن الكازين ينقسم إلي

ثلاث مكونات تختلف في سرعة هجرتها في مجال كهربائي وسماها ألفا وبيتا وجاما كما وجد أن جزيء ألفا كازين يكون ٦١% والبيتا كازين ٣٨% من الكازين الكلي كما يوجد آثار من الجاما كازين.

طرق تحضير أجزاء الكازين:

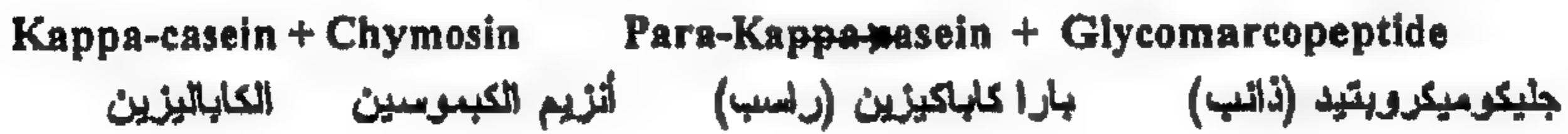
تعتمد الطرق المتبعة لفصل أجزاء الكازين الرئيسية وهي ألفا وبيتا وجاما علي الاختلاف في درجة الذوبان لكل منهم في الماء واليوريا والكحول.

الافا كازين (α -Casein):

وجد أن الالفافا كازين في حد ذاته غير متجانس Heterogeneous فلقد أمكن كل من Von Hippel and Waugh الحصول علي مكونين مختلفين من الالفافا كازين يختلفان في درجة حساسيتها للترسيب بأيونات الكالسيوم أحدهما حساس للكالسيوم وسمي الفاس α_s والأخرى غير حساس للكالسيوم وسمي كابا Kappa. حيث أن الأول يترسب عند تركيز مابين ٠,١٢ – ٠,٤٠ جزيء من كلوريد الكالسيوم في حين أن الثاني لا يترسب عند هذا التركيز.

الوزن الجزيئي (ك) (ك دالتون)	نقطه التعادل الكهربي pH	الفوسفور %	النيتروجين %	
١٦	٦	٠,٣٥	١٣,٥	(Kappa casein) الكاباكيزين
٣٠	٤,١	١,٠١	١٥,١	α_s Casein الفاس كيزين

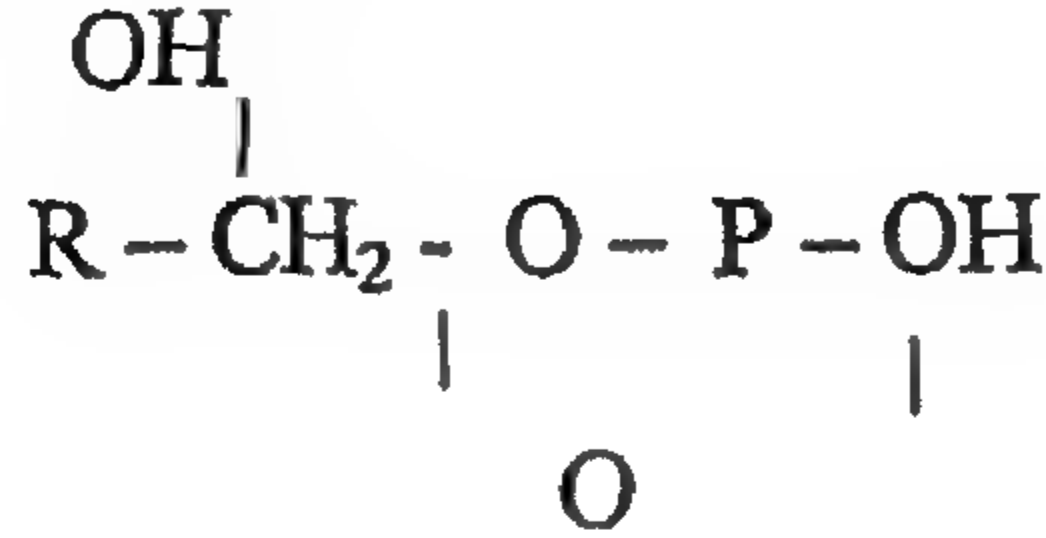
ومن الجدول السابق يتضح أن نسبة الفوسفور والنتروجين في الكابا كازين أقل منها في α_s -Casein ويعتبر الجزء غير الحساس (الكابا كازين) مهم جدا من الناحية التصنيعية ويتميز هذا البروتين باحتوائه علي الكربوهيدرات في تركيبه الجزيئي ويكون الكابا كازين من ٢٠-٢٥% من الالفا كازين، ويعمل علي حفظ أجزاء الكازين الأخرى علي حاله غروية ثابتة في وسط اللبن الموجود به أيونات الكالسيوم ويعتبر الكابا كازين مادة فعالة لأنزيم الكيموسين فتأثير الأنزيم يؤدي إلي هدم الكابا كازين فيفقد قدرته علي تثبيت أجزاء الكازين الأخرى التي تتعرض بالتالي لأيونات الكالسيوم الموجودة في وسط اللبن فتتجمع مكونه خثره الجبن (Curd) ويحول أنزيم الرنين الكابا كازين إلي جزء غير ذائب يسمى البارا - كابا-كازين Para-Kappa-casein محتويا علي رابطة ثنائي الكبريت (-S-S-) (و جزء آخر يسمى Glyco-marcopeptide محتويا علي الكربوهيدرات كما توضحه المعادلة التالية.



تركيب الكازين:

الفوسفور Phosphorus يعتبر الكازين من البروتينات المميزّة بوجود الفوسفور ويعتبر الجزء جاما كازين أقل أجزاء الكازين في محتواه من الفوسفور كما تعتبر بروتينات الشرش خاليه من الفوسفور. ويحتوي الالفا كازين علي ٠,٩٩ جرام فوسفور / ١٠٠ جرام بروتين والبيتا كازين علي ٠,٦١% والجاما كازين ٠,١١%. ويوجد الفوسفور في الأجزاء ألفا وبيتا علي حاله رابطة استر بين حامض الفوسفوريك ومجموعه الايدروكسيل الموجودة في الأحماض

الامينيه (السيرين Serine والثريونين Theronine) والرابطة غالباً تكون في صورته رابطته بسيطة من أحادي الاستر Monoester.



الكبريت Sulphar: يوجد الكبريت في تركيب الأحماض الامينية كالمثيونين Methionine والسستين Cystine ويحتوي الكازين علي ٠,٧٨% كبريت يساهم المثيونين فيها بمقدار ٠,٦٩% والسستين بمقدار ٠,٠٩% ويتركز السستين في جزيء ألفا كازين وعند تجزئته الأخير يتركز السستين في الجزء كابتا كازين.

الأحماض الامينية Amino acids: يحتوي الكازين علي الأحماض الامينية الشائعة في جميع أنواع البروتينات الأخرى كما انه يحتوي علي كميات مختلفة من الأحماض الامينية الضرورية مثال التربتوفان والمثيونين وثريونين، ليسين، فالين، ليوسين، فينيل الانين.

- خواص الكازين:

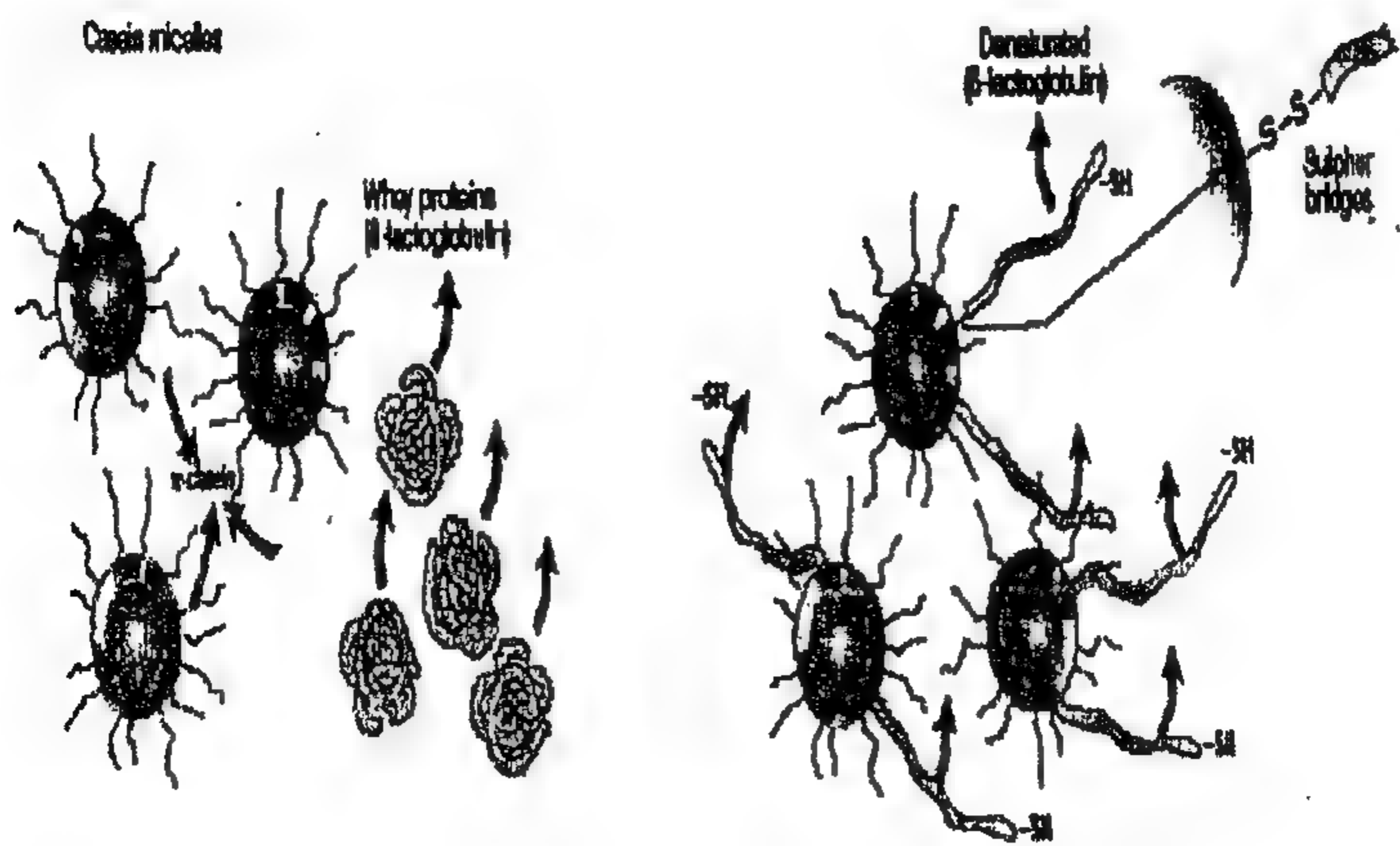
أ- الذوبان Solubility:

تعتمد ذائبية البروتينات بدرجة كبيرة علي تركيز أيونات الأيدروجين أو ما يعرف بالـ pH، وكذلك تركيز الأملاح في الوسط الموجود به البروتينات والذائبية تكون أقل ما يمكن عند نقطة التعادل الكهربائي Isoelectric point للبروتين (وذلك في غياب الأملاح) وارتفاع أو انخفاض قيم الـ pH عن نقطة التعادل الكهربائي يؤدي إلي تحمل البروتين بشحنات سالبة أو موجبة وفي هذه الحالة تكون البروتينات قادرة علي الارتباط بجزيئات الماء التي تسبب تحول

البروتين إلى حاله ذائبة واعتماداً على ذلك يمكن فصل كل من الالفا كازين والبيتا كازين عن بعضهما حيث أن الالفا كازين يكون أقل ذوباناً على pH ٤,٤ وعلى درجة حرارة ٢٠°م بينما البيتا كازين يكون أقل ذوباناً على pH ٤,٩ ونفس درجة حرارة ٢٠°م.

ب- تأثير الحرارة على الكازين:

يعتبر الكازين بروتينياً غير قابل للدنتره بعكس بروتينات السيرم أو البروتينات الأخرى حيث أنه لا تحدث تغيرات في الذائبيه واللزوجة والدوران النوعي وذلك في المدى الحراري الذي تحدث عنده دنتره لبروتينات الشرش، والتغيرات التي قد تحدث للكازين نتيجة المعاملات الحرارية تتوقف أساساً على التغيرات التي تحدث لبروتينات الشرش أو التي تحدث في الوسط الموجود به الكازين، الكازين يكون ثابت نتيجة لوجود الشحنات الموجودة به. ارتباط بروتينات الشرش مع الكازين عند تسخين اللبن على درجات حرارة مرتفعة.



ج- تأثير الأملاح:

حبيبات الكازين تصبح حساسة لأي تغير أيوني في الوسط المحيط بها وإذا زاد تركيز الكالسيوم والماغنسيوم فإنه يحدث تجمع لحبيبات الكازين والعكس صحيح وإذا انخفض تركيز تلك الأيونات فإن ذلك يؤدي إلى تكسر حبيبات الكازين. ومشكلة ثبات البروتين تعتبر من المشاكل الهامة في صناعه الألبان.

ولكي ينجح تصنيع معظم منتجات الألبان لابد من تحاشي حدوث عدم ثبات للبروتينات ومن أول علامات عدم الثبات هي زيادة اللزوجة ومع استعمال معاملات حرارية شديدة قد تؤدي إلى تجمع الكازين في الوسط الموجود به، وثبات البروتين مهم جدا في صناعه الألبان المركزة Condensed milk.

استعمال الكازين في الصناعة:

١- يحضر الكازين المستخدم في صناعه البلاستيك بواسطة التجبن بالمنفحة، والكازين المرسب بالحامض يستخدم في اغراض صناعيه اخرى .

٢- يستعمل الكازين في صناعه أغلفه الكتب والمجلات، وقد يضاف الفورمالدهيد له كي تجعل الاغلفه مقاومه للماء.

٣- يستعمل الكازين في صناعه النسيج .

٤- يستعمل كمواد انتشار في البويات والمبيدات.

٢- بروتينات الشرش Whey proteins:

كما ذكرنا ان بروتينات الشرش تتكون اساسا من اللاكتوالبومين واللاكتوجلوبولين والبروتيوزيبتون.

١- اللاكتوالبومين Lactalbumin:

يحضر من الشرش الناتج بعد فصل الكازين ويمثل أكثر من ٧٠% من بروتينات الشرش ويعتبر اللاكتوالبومين بروتين غير متجانس ولقد أمكن فصل ثلاث بروتينات منه تختلف في تركيبها:

أ- البيتا لاكتوجلوبولين β -lactoglobulin: ويعتبر هذا البروتين من أهم بروتينات الشرش حيث يمثل حوالي ٥٠-٥٥% من المحتوى الكلي لبروتينات الشرش، ومن أهم صفاته أنه يحتوي على مجاميع كبريتية تسمى السلفاهيدريل (-SH) المسئولة عن ظهور الطعم المطبوخ في اللبن المسخن ويعتبر غير ذائب عند قيمه pH ٥,٢ في عدم وجود الأملاح.

ب- الفا لاكتوالبومين α -Lactalbumin: يعتبر ثاني بروتين من ناحيته التركيز في بروتينات الشرش، وأقل ذائبية من البيتا لاكتوجلوبولين في محاليل الأملاح المخففة، ويعتبر ألفا لاكتوالبومين أكثر بروتينات الشرش مقاومه للحرارة، ويكون هذا البروتين ١٥-٢٠% من اللاكتوالبومين.

ج - البومين سيرم الدم Blood serum albumin: أمكن عزله من اللاكتوالبومين بواسطة تركيزات مختلفه من كبريتات الامونيوم، كحول الايثانول، وهذا البروتين يشابه البومين الدم البقري. وجد ان الاثنين متشابهان في الخواص الطبيعيه والتركيبية، ويكون هذا البروتين ٥,٦% من اللاكتوالبومين الكلي.

اللاكتوجلوبولين Lactoglobulin:

يحضر هذا البروتين من سيرم اللبن (الشرش) وذلك بترسيبه بواسطة نصف تشبع من كبريتات الامونيوم $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ او MgSO_4 تشبع كامل من كبريتات المغنسيوم MgSO_4 .

وبواسطه الانتشار الغشائي Dialysis يمكن فصل هذا البروتين الي
مكونين احدهما ذائب ويسمي الجلوبيولين الكاذب Pseudoglobulin
والآخر مترسب يسمي الجلوبيولين الحقيقي Euglobulin وهو خليط
من البروتينات التي تحمل صفات المناعه واليها يعزي حمايه الطفل او
الحيوان بعد ولادته ضد كثير من مسببات الامراض ولهذا فهي تسمي
الاجسام المضاده Antibodies او جلوبيولينات المناعه
Immunoglobulin والتي تقسم الي:

أ- (IgA) Immunoglobulin A

ب- (IgG) Immunoglobulin G

ت- (IgM) Immunoglobulin M

وعامه يكون بروتين اللاكتوجلوبيولين ٥% من بروتينات الشرش
الكليه ويوجد بتركيزات مرتفعه في السرسوب Colostrum مقارنه
باللبن الطبيعي.

البروتينات الاخرى:

بالاضافه الي البروتينات السابقه فان اللبن يحتوي علي عدد من
البروتينات الاخرى التي تتواجد بكميات قليلة، وتكون هذه البروتينات
من ٥-٦% من البروتين الكلي للبن وهذه البروتينات هي البروتينوز
بيتون، والغشاء البروتيني لحبيبه الدهن ويحتوي هذا الغشاء علي
بعض الانزيمات مثل الفوسفاتيز القلوي والزانثين اكسيديز.

انزيمات اللبن Milk Enzymes :

يحتوي اللبن علي عدد من الانزيمات تمثل نسبه ضئيله من
البروتين الكلي للبن وتلعب دورا كبيرا في العمليات التصنيعية للبن
ومنتجاته، ومعرفة مدي تعرض اللبن للتسخين لدرجات الحرارة
المختلفة.

ومن الانزيمات المهمة في اللبن الكتاليز، اللاكتوبروكسيديز،
الزانثين اكسيديز، الفوسفاتيز، الاميليز والليباز

١-الكتاليز Catalase: يساعد علي هدم فوق اكسيد الايدروجين H_2O_2 ومن ثم انطلاق جزيء اكسجين والكتاليز يوجد بكميات كبيره في لبن السرسوب، واللبن الناتج من الحيوانات المصابه بحمي الضرع ولهذا فان نشاط الكتاليز يؤخذ كدليل للكشف عن الالبان الناتجه من حيوانات مصابه بمرض التهاب الضرع، ولكن مع ذلك لا يعتبر دقيقا لهذا الغرض، ولا ينصح باستعماله.
يتركز انزيم الكتاليز في القشدة ووحل الفراز، وهذا يدل علي انه يحمل بواسطه كل من حبيبات الدهن والخلايا البيضاء.

٢-اللاكتوبروكسيديز Lactoperoxidase: يساعد علي تحلل فوق اكسيد الايدروجين H_2O_2 في وجود مواد معطيه للايدروجين Hydrogen donor او قابله للاكسده وتوجد مواد كثيره معطيه للايدروجين مثل الأنيلين والفينولات والاحماض العطريه والمواد المختزلة.



وتعتبر كميته انزيم اللاكتوبروكسيديز في اللبن كبيره نسبيا اذ ماقورنت بالانزيمات الاخرى وقد يكون ١% من بروتينات الشرش ويعتبر اللبن من اغني المصادر لتحضير هذا الانزيم ومحتويات اللبن من اللاكتوبروكسيديز تختلف تبعا لاختلاف لبن الابقار من يوم الي آخر ويمكن استعمال انزيم اللاكتوبروكسيديز في الكشف عن اضافته فوق اكسيد الايدروجين للبن كماده حافظه وقد اوضحت الابحاث

الحديثة ان لهذا الانزيم دورا مهما في اطاله مده حفظ اللبن الخام اذ ماتم تنشيط هذا الانزيم بواسطه H_2O_2 وفي وجود نسبه معتدلة من مركبات الثيوسيانات في اللبن الخام.

٣- الزانثين اوكسيداز Xanthine oxidase: ويساعد الانزيم علي التفاعل الآتي:

ماده مختزله + مستقبل للايدروجين $\xrightarrow{\text{الزانثين اوكسيداز}}$ ماده مؤكسدة + شكل مختزل للمستقبل

وتوجد مواد كثيرة تتأكسد بواسطه هذا الانزيم وتشمل الالدهيدات وماده الزانثين Xanthine ومن المواد المستقبلة للايدروجين لتشمل الاكسجين، وازرق الميثيلين.

ولتقدير نشاط انزيم الزانثين اوكسيداز يستخدم ازرق الميثيلين كمستقبل للايدروجين، ويقدر الوقت اللازم لاختزال ازرق الميثيلين. ويلزم لذلك استبعاد الاوكسجين من مخلوط التفاعل لانه يحدث اعاده اكسده ازرق الميثيلين المختزل (عديم اللون) والزانثين اوكسيداز انزيم يشتهر به اللبن واكتشف بواسطه شورد نجر Schardenger حينما لاحظ اختفاء لون ازرق الميثيلين في وجود الفورمالدهيد باللبن وتختلف كميته الانزيم في اللبن باختلاف الابقار وتزيد تدريجيا خلال موسم الحليب ويوجد الانزيم مرتبط مع حبيبات الدهن.

٤- انزيم الفوسفاتاز Phosphatase: يساعد انزيم الفوسفاتاز في التحلل المائي لاسترات الفوسفات وتوجد انواع عديده من انزيمات الفوسفاتاز تختلف في نوعيه ماده التفاعل المتخصصه لكل انزيم، وكذلك في درجه حراره المثلي والاس الايدروجيني pH الامثل لها

وتستعمل هذه طرق لتقدير نشاط الفوسفاتيز في اللبن ومنتجاته ومن هذه الطرق استخدام مادة Disodium phenyl phosphate كمادة تفاعل للأنزيم وعند تحليلها ينطلق الفينول منها وتحسب النتائج غالباً على أساس وحدات من الميكروجرام من الفينول المنطلق، وحديثاً تستخدم مواد عديمه اللون مثل P-nitrophenyl phosphate وينتج عنها مواد لونية تحت تأثير التحلل المائي للأنزيم وعن طريق تقدير الكثافة اللونية (O.D.) يمكن تقدير نشاط الأنزيم.

محتويات اللبن من أنزيم الفوسفاتيز القاعدي Alkaline phosphatase لا تتأثر بنوع الحيوان أو التغذية أو نسبة الدهن في اللبن، ويوجد أنزيم الفوسفاتيز القاعدي مرتبط بحبيبات دهن اللبن ويستخدم أنزيم الفوسفاتيز القاعدي كدليل على مدى كفاءة عملية بسترة اللبن حيث إن هذه المعاملة تعمل على هدم الأنزيم.

٥- أنزيم الأميليز Amylase: يساعد على التحلل المائي للنشا والجليكوجين ويتركز الأنزيم في اللبن الفرز والشرش، ولا يستعمل كدليل لمدي كفاءة بسترة اللبن، حيث يحدث تثبيط للأنزيم على درجات الحرارة المنخفضة (٤٥° م - ٥٢° م)

٦- أنزيم الليباز Lipase: يعمل على التحلل المائي لرابطة استر الجلسريدات وينتج عن ذلك انطلاق الأحماض الدهنية الحرة ذات الأوزان الجزيئية المنخفضة، وهي المسئولة عن ترنخ الدهن. ورغم وجود الأنزيم في اللبن فإنه لا يحدث ترنخ لدهن اللبن إلا بعد حدوث معاملات تنشيطية تساعد الأنزيم على مهاجمة حبيبات الدهن ومن هذه المعاملات التجنيس، واستعمال درجات حراره مختلفه مثل التبريد ثم التسخين، ويتأثر الأنزيم بالمعاملات الحرارية الأقل من البسترة، فيقل نشاطه أو يحدث تثبيط له.

املاح اللبن Salts of Milk:

تعريف: تعرف الاملاح بأنها مكونات اللبن الموجودة في صورته ايونات او المواد الموجودة في صورة متوازنة مع الايونات بخلاف ايونات الهيدروجين والهيدروكسيل.

وتبعا لهذا التعريف الدقيق فان بروتينات اللبن تضم الي املاح اللبن حيث انها تحتوي علي مجاميع متآينه تكون مركبات ملحيه مع الكاتيونات وبالمعني الضيق فيقصد بالاملاح ايونات المعادن وكذلك الايونات العضويه وغير العضويه ونظرا للتأثير المتبادل للكاتيونات والانيونات فتستطيع ان تحدد (النظام الملحي للبن).

وتقسم املاح اللبن الي قسمين رئيسيين علي حسب نسبه تواجدها في اللبن وبصرف النظر عن اهميه كل مكون:

- ١-املاح توجد بكميات كبيرة.
- ٢-املاح توجد بكميات صغيرة (آثار) حسب الموضح في الشكل التالي:

الأملاح



الحديد	الفوسفور (الكلي) PO_4
النحاس	الكالسيوم Ca
الزنك	المغنسيوم Mg
المنجنيز	الكلوريد Cl
	السترات (حمض ستريك)

رماد اللبن Milk Ash:

لا يعبر رماد اللبن عن تركيب الاملاح باللبن للأسباب الآتية:

- ١- ترميد اللبن يؤدي إلى تكسير المركبات العضوية بما فيها الأملاح العضوية مثل السترات ويتبقى جزء بسيط منها في صورة أكسيد أو كربونات.
- ٢- الفوسفور والكبريت الموجودان في البروتينات والفوسفوليبيدات يظهران في صورته فوسفات وكبريتات في الرماد بالرغم من أنهما لا ينتميان إلى أملاح اللبن.
- ٣- تظهر كمية من الكربوهيدرات ناتجة من المكونات العضوية في اللبن والتي تعطي عند ترميدها CO_2 وبذلك فإن تركيز الأيونات في اللبن لا يمكن حسابها من كميتها في الرماد ولذلك فإن الرماد يعطي صورته عامة فقط عن المكونات غير العضوية في اللبن.

أهمية أملاح اللبن :

- ١- لها قيمة غذائية عالية خصوصا أن اللبن يعتبر مصدرا جيدا للكالسيوم والفوسفور.
- ٢- تلعب دورا مهما في تثبيت المعلق الغروي لبروتينات اللبن.
- ٣- لها تأثير على ميكانيكية تجبن اللبن أثناء صناعه الجبن والذي له علاقة بثبات المعلق الغروي للكالسيوم.
- ٤- يعتمد النظام البفري Buffer system للبن في مقابل تأثير أيون الأيدروجين الناتج من تخمر سكر اللاكتوز إلى حامض لاكتيك على ثوابت التحلل لتلك الأملاح.
- ٥- تساعد بعض المعادن الموجودة في اللبن خصوصا الحديد والنحاس على أكسدة دهن اللبن وظهور طعوم غير مرغوبة في اللبن ومنتجاته.

كميات الاملاح في اللبن:

يوضح الجدول التالي محتويات اللبن من المكونات الملحية ومقارنته بالتركيب الملحي لبلازما الدم.

المكونات	سیرم اللبن	سیرم الدم
الصوديوم Na	٥٠	٣٣٠
البوتاسيوم K	١٤٥	٢٠
الكالسيوم Ca	١٢٠	١٠
المغنسيوم Mg	١٣	٢٥
الفسفور (الكلبي) PO_4	٩٥	-
الفسفور (غير العضوي)	٧٥	٥
PO_4	١٠٠	٣٥٠
الكلوريد CI	١٠	١٠
الكبريتات SO_4	٢٠	-
- الكربونات (ك ٢١) CO_2	١٧٥	٤
- السترات (حمض ستريك)		
Citrate (citric acid)		

العوامل المؤثرة علي الاختلاف في تركيب الاملاح في اللبن:
هناك عدة عوامل تؤثر في تركيب الاملاح في اللبن ومنها نوع وفريده الحيوان، موسم الحليب، الغذاء، اصابه الضرع، التلوث الميكروبي، آتاز المعادن.

١- النوع وفريده الحيوان Breed and individuality of cow

تشير النتائج المتحصل عليها ان هناك اختلاف بين الانواع والافراد في تركيب املاح اللبن ولقد وجد ان هناك علاقة مطردة بين زيادة الكازين في اللبن وبين زيادة محتوى اللبن من الكالسيوم والفوسفور.

٢-مرحلة الحليب: Stage of lactation:

تركيب الاملاح في اللبن يختلف بدرجة كبيرة خلال فترات الحليب، و يحدث التغير الاكبر عند بدايه ونهايه مرحلة الحليب، ومن المعروف ان محتويات الرماد في السرسوب تكون اكبر من اللبن الطبيعي، وهذه الزيادة ترجع الي الزيادة في محتويات الكالسيوم، الفوسفات، الماغنسيوم، الكلوريد، الصوديوم ويقل تركيز هذه الاملاح بسره الي المستوي الطبيعي في اللبن بتقدم مرحلة الحليب .

٣-الغذاء:

تأثير الغذاء علي تركيب املاح اللبن ضعيف، واكثر الدراسات في هذا الشأن كانت للفوسفور والكالسيوم حيث اجريت بعض التجارب باعطاء الحيوانات كميات كبيرة من الفوسفور والكالسيوم في الغذاء وحيوانات اخري كميات قليلة، واطهرت النتائج ان الابقاز تستعمل هيكلها العظمي كمنظم للفوسفور والكالسيوم حيث انه في حالة زيادة كميته الفوسفور والكالسيوم فانها تخزن في الهيكل العظمي، وفي حاله النقص فالحيوان يأخذ ما يحتاجه من هيكله ويفرز مع اللبن.

٤-اصابه الضرع:

من المعروف ان محتويات اللبن من الكلوريد تزيد بوضوح في حاله الاصابه بحمي الضرع، ومحتويات اللبن العادي من الكلوريد اقل من ٠,١٢% وفي حالة الاصابه بحمي الضرع فان تلك النسبة تزيد تبعاً لشدة الاصابة وقد تصل في بعض الاحيان الي ٠,٣٠% وتكون الزيادة في الصوديوم مرتبطه بالزيادة في الكلوريد.

٥-التلوث البكتيري:

يؤدي نمو البكتيريا الي تغير في التركيب الملحي للبن وذلك للأسباب الآتية:

١- نتيجة للنمو البكتيري تنتج أحماض من سكر اللاكتوز، وبالتالي تتكون أنيونات اللبن وهي اللاكتات مع بعض أحماض أخرى فتؤدي إلى زيادة تركيز الأملاح، كما أن الزيادة في تركيز أيونات الأيدروجين (انخفاض رقم ال pH) تؤدي إلى حدوث عدم التوازن في النظام الملحي باللبن.

٢- نمو البكتيريا يؤدي إلى خفض تركيز السترات في اللبن نتيجة لاستخدامها في النمو.

٦- آثار المعادن:

يمكن الكشف عن عدد كبير من المعادن في اللبن وقد درس النحاس والحديد أكثر من المعادن الأخرى بسبب أهميتهما كعوامل مساعدة في أكسدة دهن اللبن، وغالباً ما توجد على هيئة معقد مع البروتين والمعروف أن الحديد يوجد كأحد مكونات بعض الإنزيمات مثل الزانثين أكسيداز واللاكتوبيروكسيداز والكتاليز.

توزيع الأملاح بين الحالة الغروية والذائبة:

تزيد ذائبيه الأملاح في اللبن، وهذه الزيادة ترجع لوجود الأملاح في اللبن في حبيبات غروية تحتوي على الكالسيوم والمغنسيوم والفوسفات والسترات وقد استخدمت عدة طرق لفصل الحالة الذائبة عن الغروية ودراسة توزيع الأملاح فيما بينهما.

ويبين الجدول التالي توزيع الكالسيوم، المغنسيوم، الفوسفات، السترات بين الحالة الذائبة والحالة الغروية.

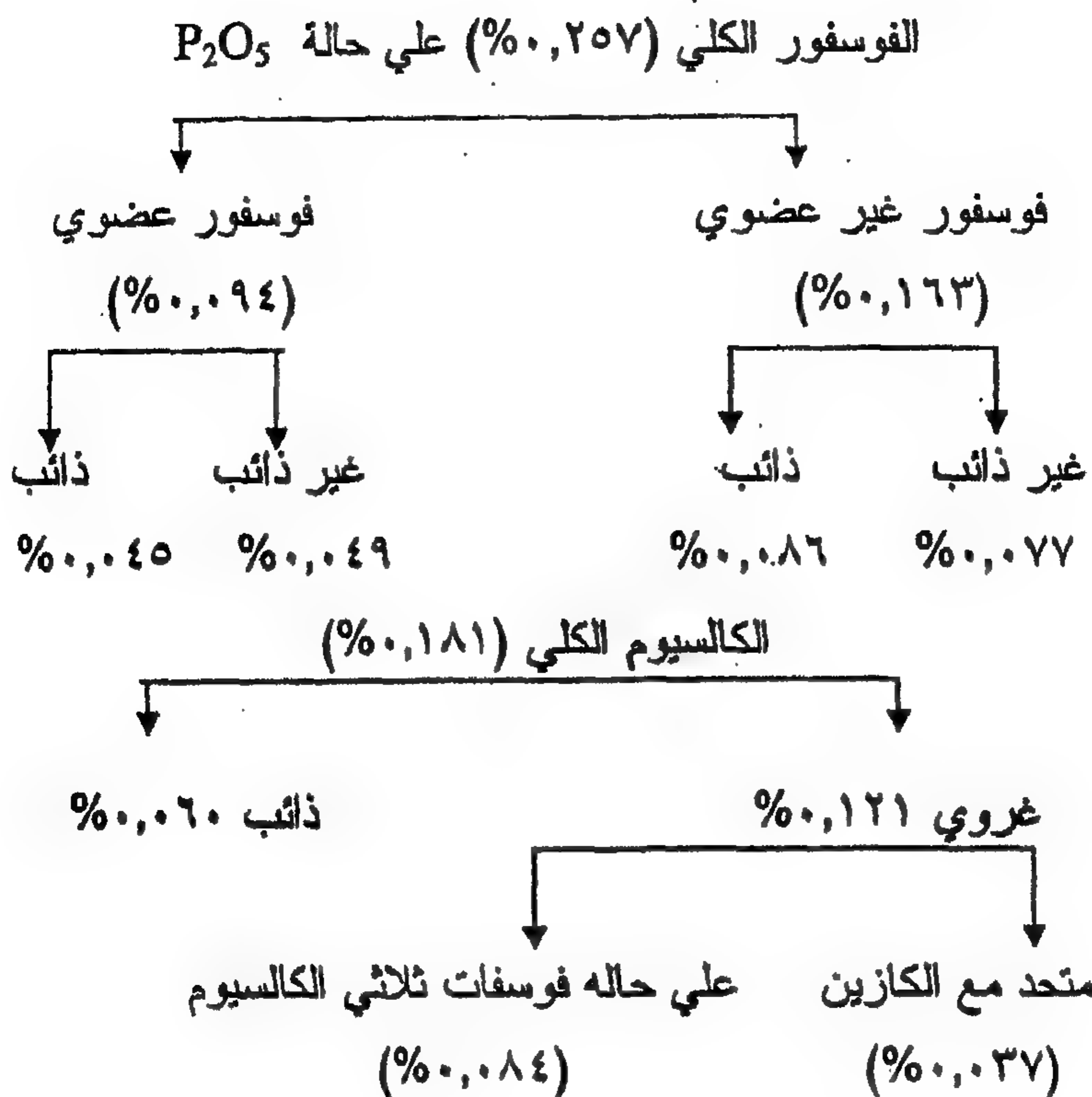
توزيع الاملاح بين الحالة الغرويه والذائبه في اللبن الخام			
المجموع الكللي مجم/١٠٠ مل	الذائب مجم/١٠٠ مل	الغروي مجم/١٠٠ مل	
١٣٢,١	٥١,٨	٨٠,٣	الكالسيوم Ca
١٠,٨	٧,٩	٢,٩	المغنسيوم Mg
٩٥,٨	٣٦,٢	٥٩,٦	الفوسفور الكللي PO ₄
١٥٦,٦	١٤١,٦	١٥,٠	السترات Citrate (حمض الستريك)

وعموما فان حوالي ثلث الفوسفات، ثلث الكالسيوم، ٧٥% من المغنسيوم، ٩٠% من السترات في اللبن توجد علي حاله ذائبه.

ويوجد الفوسفور موزعا في اللبن علي خمس صور وهي الاملاح غير العضويه والاسترات العضويه وتوجد ذائبة في المحلول وفوسفات الدهن، وفوسفات البروتين، والفوسفات غير العضويه والتي توجد منتشرة علي حالة غرويه.

ومن المعروف ان الاملاح الغرويه توجد في حاله اتزان مع الاملاح الذائبة، وقد تسبب بعض المعاملات للبن تحول الاملاح مسن صورة الي اخري.

وارتفاع القيمه الغذائيه للبن ترجع ايضا الي ما يحتويه من الفوسفور والكالسيوم بالإضافة الي العناصر الاخري، ويعتبر اللبن من المواد الغذائيه الغنيه بالكالسيوم ولذلك يعتبر اللبن لكل من الانسان والحيوان مكملا للاغذيه الفقيره في الكالسيوم، اما بالنسبه للاطفال فان اللبن يعتبر مصدرا اساسيا للمواد المكونه للعظام وهي الكالسيوم والفوسفور وبالرغم من ذلك يعتبر اللبن فقيرا في بعض المعادن مثل الحديد واليود.



صور توزيع الفوسفور في اللبن

- ١- املاح غير عضويه ٣٣%
- ٢- استرات عضويه ٧%
- ٣- فوسفات الدهن ١,٥%
- ٤- فوسفات البروتين ٢٠%
- ٥- الفوسفات الغير عضويه الغرويه ٣٨,٥%

فيتامينات اللبن Milk Vitamins:

يعرف الفيتامين بأنه المركب العضوي الذي يحتاج اليه الجسم بكميات صغيره من اجل النمو، ولا تستخدم الفيتامينات كمصدر للطاقة، أو كوحدات بنائية للجسم. وتتواجد بكميات صغيره في المواد

الغذائية والبعض منها يتكون في داخل الجسم أثناء العمليات الحيوية من مواد تعتبر مصدرا لتكوين هذه الفيتامينات وتعرف هذه المواد باسم مولدات الفيتامينات (Pro-vitamins) وأوضح مثال لذلك الكاروتينات التي تتحول في داخل الجسم الي فيتامين أ (A) ولذلك تعرف باسم مولدات فيتامين أ (Pro-vitamin A) والارجستيرون الذي يتكون منه فيتامين د (D). وتقسم فيتامينات اللبن الي:

أولاً: فيتامينات ذائبة في الدهن :

وتشمل هذه المجموعه فيتامينات أ، د، هـ، ك (A, D, E, K).

١- فيتامين أ (Vitamin A):

يتكون فيتامين "أ" حيويًا في انسجه الكائنات الحيه من مولدات النيستايين، وهي انواع من الكاروتينات والكربتوزانثين، وهذه المواد عبارة عن صبغات تنتشر في النباتات الراقية ولهذا تركيب يماثل تركيب فيتامين "أ"، وتختلف كميه الفيتامين الناتج منها بالجسم تبعاً لتركيبها حيث توجد انواع مختلفه من الكاروتينات.

ويتأكسد فيتامين أ بسهولة نظرا لوجود روابط زوجيه كثيرة في السلسلة الكربونية الجانبية، ويؤدي ذلك الي فقد حيويه الفيتامين. وينوب هذا الفيتامين في دهن اللبن. ويساهم في عمليات حيويه مختلفه فيعمل علي زيادة مقاومة جسم الحيوان للأمراض والالتهابات التنفسيه والبوليه. ولذلك يسمى بالفيتامين المضاد للعدوي Anti-infections ويؤدي نقص هذا الفيتامين الي ضعف النمو الطبيعي للجسم، كما يسبب نقصه ضعف قوة الابصار في الليل.

وتختلف نسبه فيتامين أ في اللبن باختلاف نوع غذاء الحيوان حيث يحتوي لبن الماشيه المغذاه علي الحشائش والبرسيم علي كمية كبيرة عن تلك المغذاه علي الدريس والاعذيه الجافه ومحتوي فيتامين أ في

الجبن يختلف باختلاف فصل السنة وتعتمد علي كميته الاصلية في اللبن وتتوقف علي كمية الدهن الموجودة بالجبن.

٢-فيتامين د (Vitamin D):

يسمي هذا الفيتامين بالعامل المضاد للكساح ونقص فيتامين د يمنع امتصاص الكالسيوم والفوسفور وبالتالي يقلل معدل النمو. ووجود فيتامين د في الطبيعة محدود خاصة في المملكة النباتية، وتوجد كميات منه في زيت كبد الاسماك وكميات قليلة في اللبن، وفي صفار البيض وفي كبد الحيوانات وتنتمي مجموعة فيتامينات د الي الاستيرولات وتتكون منها بتأثير الاشعه فوق البنفسجية. لذلك فان فيتامين د الموجود باللبن يتوقف علي المدة التي يتعرض لها جلد الحيوان لاشعة الشمس، ويعتبر فيتامين د ثابتا باللبن ولا يتأثر بالبسترة او التعقيم او المعاملة بفوق اكسيد الايدروجين ويمكن زياده تركيز فيتامين د في اللبن بعدة طرق منها:

أ - تغذية الحيوان علي مواد غنيه بفيتامين د.

ب- زيادة كفاءة فيتامين د في اللبن بتعرضه الي اشعة فوق بنفسجية.

ج - اضافة فيتامين د في صورة مركزة مباشرة الي اللبن.

٣-فيتامين هـ (Vitamin E):

يسمي هذا الفيتامين بالعامل المضاد للعقم وهو ذائب في دهن اللبن، ويعمل فيتامين (E) كمادة مضادة لأكسدة دهن اللبن ويعتبر اللبن مصدرا فقيرا للفيتامين، ومتوسط محتوى اللبن من الفيتامين تصل الي ٠,٩٨ ملليجرام/لتر ولذلك يعتبر زيادة كميته في دهن اللبن دليلا علي غشه بدهون نباتيه حيث ان فيتامين E يوجد في معظم النباتات ولا تؤدي العمليات التصنيعيه للبن الي فقد يذكر في كميته.

٤ - فيتامين ك (Vitamin K):

اهم وظيفه لفيتامين K هو تنظيم مستوى البروثرومبين Prothrombin في الدم والنقص في كمية البروثرومبين الناتج عن نقص فيتامين ك يؤدي الي التأخر في تجلط الدم وعلي الرغم من ان المنتجات الحيوانيه تحتوي علي كميات ضئيلة من الفيتامين الا ان هذا الفيتامين يخلق داخل الامعاء بواسطه الفلورا الطبيعية من الميكروبات

ثانياً: فيتامينات ذائبة في الماء:

وهذه المجموعة تشمل مجموعة فيتامينات B المعقدة وفيتامين C

أ - مجموعة فيتامين ب (B. Complex):

توجد في الانسجه الحيوانيه كما يمكن تكوينها في معدة المجترّات بواسطه بعض البكتريا حيث يمكن امتصاصها من اماكن تكوينها وتذوب مجموعة فيتامينات ب في الماء.

١ - فيتامين B₁ (Thiamine):

يسمى العامل المضاد عرض البربري ويؤدي دورا هاما في عمليات التمثيل الغذائي للكربوهيدرات وله علاقة بحفظ نشاط العضلات وفي حالات نقص الفيتامين يتسبب عنه آلام عصبية، واضطرابات بالمعدة والامعاء وضعف الشهية. ويوجد فيتامين B₁ في اللبن علي صورة حرة او صورة مرتبطة مع البروتين ويحتوي لتر اللبن علي ٠,٤٤ ملليجرام من الفيتامين ويحتوي لبن السرسوب علي ضعف هذه الكمية ويؤدي تعرض اللبن للمعاملات الحرارية الي فقد كمية من الفيتامين، واختلاف طرق صناعه الانواع المختلفه من الجبن تؤدي الي اختلاف في نسب الفيتامين في المنتج النهائي ويرجع ذلك الي طبيعة ذوبان الفيتامين في الماء وكذلك مقدرة بعض الميكروبات لتكوينه اثناء الصناعه او التسوية.

٢-فيتامين B₂ (Riboflavin):

الريبوفلافين عامل اساسي للنمو ويتبع مجموعة من الأصباغ الصفراء ذات الوميض تعرف بأسم الفلافينات وتعطي للشرش لونا اصفرا مخضرا ويلعب الريبوفلافين دورا هاما في العمليات الحيوية كعامل مساعد هام في مجموعة انزيمات Dehydrogenases، وكذلك في عمليات التحويل الكربوهيدراتي. ويعتبر اللبن ومنتجاته وخاصة اللبن الفرز والشرش من المصادر الغنية بالفيتامين وتوجد مصادر اخري مثل الكبد واهم اعراض نقص الريبوفلافين في الانسان ظهور البثرات او القرح في الجلد والعين وكذلك يؤدي نقصه الي احمرار اللسان والفم والشفاه.

متوسط كمية الريبوفلافين في اللبن الكامل حوالي ١,٧٥ ملليجرام في اللتر ويلزم الفرد ١,٢ - ١,٩ مجم يوميا. ويحتوي لبن السرسوب علي ضعف هذه الكمية ولا تؤدي المعاملات الحرارية للبن الي فقد يذكر في كمية الريبوفلافين وتقل كمية الفيتامين في اللبن بتعرضه للضوء، كما تختلف كميته في الجبن باختلاف طرق الصنائه والتسويه.

٣-حامض النيكوتك Nicotinic acid:

ويسمي ايضا بالعامل المانع للاصابة بمرض البلاجرا Anti-pellagra ويعرف ايضا باسم نياسين Niacin وينتشر مرض البلاجرا في البلاد التي تعتمد في غذائها الرئيسي علي الذرة واعراض هذا المرض احمرار والتهاب وجفاف الجلد وتكوين قشور في اجزاء الجلد المعرضه للشمس. وحامض النيكوتك يدخل في التركيب البنائي لبعض مرافقات الانزيمات التي تلعب دورا هاما في مختلف العمليات الحيوية ويحتوي لتر اللبن علي ٠,٩٤ ملليجرام من حمض النيكوتك.

وهذه الكمية تعتبر ضئيلة للاحتياجات اليومية للإنسان التي تصل ١٢-١٣ ملليجرام يوميا، نظرا لوجود الحمض الأميني التربتوفان في بروتين اللبن يتكون حمض النيكوتينك في الجسم ومعظم العمليات التصنيعية للبن لا تؤثر على كمية حمض النيكوتينك، والجبن المسواة بالبكتريا يزيد فيها كمية حمض النيكوتينك.

٤-فيتامين B₆ (Pyridoxine):

امكن عزل فيتامين B₆ من الخميرة والكبد، وتحتوي المصادر الطبيعية لهذا الفيتامين على مشتقات بيريدوكسين Pyridoxine والبيروكسال Pyridoxil والبيريدوكسامين Pyridoxamine وتعرف هذه المركبات الثلاثة باسم فيتامين B₆ ويعمل البيريدوكسال كمراقف للإنزيمات الخاصة بتحويلات الأحماض الأمينية وتكوينها. ويمد اللتر من اللبن الإنسان بحوالي ٢٥-٦٠% من الاحتياجات اليومية من فيتامين B₆، ولا تؤدي العمليات التصنيعية للبن إلى فقد كبير في كمية الفيتامين وتعرض اللبن للضوء يؤدي إلى فقد في كمية الفيتامين ويتوقف الفقد على مدة التعرض للضوء.

٥-حامض البانتوثينك Pantothenic acid:

يعرف بعدد من الأسماء منها فيتامين ب والعامل المانع لالتهاب الجلد في الدواجن، وفي الإنسان يتسبب عن نقص هذا الفيتامين سرعة دقات القلب وكثرة إفراز العرق وضعف عام ويحتاج الإنسان إلى ١٠-١٥ ملليجرام يوميا من هذا الفيتامين، يمد لتر اللبن ثلثها، وتختلف كميته في اللبن باختلاف النوع، ولا يتأثر بالبسترة أو المضرب.

٦- البيوتين (Vitamin H) Biotin:

يعتبر اللبن مصدرا متوسط لهذا الفيتامين، ومتوسط محتويات اللبن من الفيتامين ٣١ ميكروجرام في اللتر يحتاج الفرد ٦٤٠ ميكروجرام يوميا، يحدث فقد ضئيل للفيتامين بتعرض اللبن للبسترة أو التعقيم.

٧- حامض الفوليك Folic acid:

حامض الفوليك هام لنمو كثير من الميكروبات والحيوانات ويعمل كمرافق للإنزيم في بعض التفاعلات الحيوية. ونقص حامض الفوليك للإنسان أو الحيوان يسبب اضطرابات معوية مع انيميا حادة. ومتوسط محتويات اللبن من حامض الفوليك تصل الي ٢,٨ ميكروجرام/لتر والاحتياجات اليومية للإنسان ٠,١ - ٢ ملليجرام.

٨- فيتامين B₁₂ (Cyanocobalamin):

يتكون في الجسم بواسطه بكتريا الامعاء وهذا الفيتامين اساسي للحياة فهو لازم لتكوين كرات الدم الحمراء، ولذا يستخدم في علاج حالات الانيميا الحاده ويدخل في تمثيل مكونات الغذاء الاساسية كالبروتين، والدهون والكربوهيدرات ويوجد في اللبن مرتبطا مع البروتين ومتوسط محتواه في اللبن يتراوح ما بين ٣,٥ - ٤ ميكروجرام/لتر ويحتاج الفرد ٠,٥ - ١ ميكروجرام يوميا لا تؤثر عملية البسترة علي الفيتامين ولكن يتحطم بالتعقيم.

ب- فيتامين ج (V.C) Ascorbic acid:

حامض الاسكوربيك يسمى العامل المانع لمرض الاسقربوط وهو منتشر بكثره في المملكة النباتية. ويوجد الفيتامين بكميات كبيرة في لبن الام (الانسان) تصل الي ٧٥ ملليجرام /لتر، واقل في حالة لبن الابقار ٢٠ ملليجرام /لتر واوضحت الابحاث ان نقص فيتامين ج

يسبب مرض الاسقربوط فيحدث النزيف في اللثة فتصبح لينه او اسفنجيه، كما يسبب نقص الفيتامين نزيفا تحت الجلد وفي المفاصل مصحوبا بالآلام شديدة.

وحامض الاسكوريك سريع التأكسد ويتلف بسرعة بالحرارة وتساعد ايونات النحاس علي اكسدة حامض الاسكوريك لذلك يلاحظ تلف هذا الفيتامين عند استعمال الاواني النحاسية.

والضوء يسبب اكسدة الفيتامين ويعتبر وجود الاكسجين باللبن علي هيئه هواء ذائب لازما للاكسدة الضوئية والتخلص من الهواء الموجود باللبن يمنع فقد الفيتامين بالضوء.

المكونات الصغرى باللبن:

يحتوي اللبن علي كثير من آثار بعض المركبات المختلفة والمكونات الصغرى باللبن تشمل:

- ١- مركبات الكربونيل ذات الاوزان الجزيئية المنخفضة.
- ٢- كميات صغيرة من الاسيتون، وآثار من الاسيتالدهيد وحمض البيروفيك.
- ٣- الغازات العادية مثل ثاني اكسيد الكربون والاكسجين والنتروجين ومحتويات اللبن من الغازات تختلف تبعا لتعرض اللبن للمعاملات المختلفة مثل التقليب والحراره والتفريغ.
- ٤- بعض الخلايا البكتيرية والخلايا البيضاء Leucocytes وبعض خلايا الضرع
- ٥- بعض المواد الغريبة التي تدخل اللبن عن طريق الغذاء والجو المحيط باللبن.

٦- وقد يوجد في اللبن بعض نواتج الهدم وتشمل الاحماض الدهنية الحرة، والاحماض الامينية والجلوكوز والجالاكتوز وحامض اللاكتيك وبعض المواد الاخرى المتعلقة بالتخمر.

المركبات النيتروجينية اللابروتينية:

(Non-protein Nitrogen compounds)

يقدر المحتوي من النيتروجين اللابروتيني Non-protein nitrogen في المترشح المتحصل عليه بعد ترسيب دهن وبروتين اللبن باستخدام ثلاثي كلوريد وحمض الخليك (T.C.A) بتركيز ١٢% والمترشح يحتوي علي مجموعة من المركبات تقاس علي هيئه نيتروجين لا بروتيني وتشمل الكرياتين Creatin، الكرياتينين Creatinine، واليوريا، والامونيا، حامض اليوريك Uric acid ونيتروجين الاحماض الامينية. ومن الملاحظ انه يوجد تماثل بين هذه المركبات الموجودة باللبن والمركبات الموجودة في بول الابقار ومن الواضح ان معظم هذه المركبات ماهي الا عبارة عن النواتج النهائية للتمثيل الغذائي للنيتروجين في جسم الحيوان. وعلي ذلك فان معظم هذه المركبات تنتقل من دم الحيوان الي اللبن ويتحكم في كميتها في اللبن العوامل المؤثرة في التمثيل الغذائي للبروتين في جسم الحيوان، ومثال لذلك وجد ان النيتروجين اللابروتيني يزيد في اللبن بزيادة المحتوي البروتيني في غذاء الحيوان.

مكونات النتروجين اللابروتيني في اللبن

ملليجرام نتروجين/١٠٠ مل

٢٨,٧٠ - ١٨,١٠	النتروجين اللابروتيني الكلي
١,١٩ - ٠,١٧	نتروجين الامونيا
١٠,٨٥ - ٦,٥٤	نتروجين اليوريا
٠,٦٥ - ٠,١٩	نتروجين الكرياتين
٤,٥١ - ٣,٥٥	نتروجين الكرياتينين
٢,٧٠ - ١,٥٥	حامض اليوريك
٥,١٨ - ٢,٣٠	نتروجين الاحماض الامينية

الباب الثالث

الخواص الطبيعية للبن

تعتمد الصفات الطبيعية للبن علي خواص المكونات الداخلة في تركيبه ولذا فان الصفات الطبيعية تتغير بتغير تركيب اللبن. وللصفات الطبيعية للبن اهمية كبيرة فبعض تلك الصفات تكون دالة علي مدى جودة اللبن ونظافته مثل اللون والطعم والرائحة والحموضة وتركيز ايون الايدروجين وهو ما يعرف برقم pH ايضا جهد الاكسدة والاختزال كذلك من تلك الصفات ما يدل علي مدى صلاحية اللبن للاستهلاك من الناحية الصحية مثل معامل التوصيل الكهربائي والتوتر السطحي كما يتم الكشف عن بعض طرق غش وتدليس اللبن بتقدير الوزن النوعي ونقطه التجمد بالاضافة الي الضغط الاسموزي ومعامل الانكسار كما وان لتلك الخواص الطبيعية اهميتها الكبيرة في مدى نجاح عمليات تصنيع اللبن الي منتجاته المختلفة كذلك يمكننا عن طريق تقدير الحرارة النوعية للبن حساب كمية الطاقة الحرارية اللازمة لتصنيع اللبن ومنتجاته مثل البسترة والتعقيم والتجفيف كما يساعد معامل تمدد اللبن في حساب السعة المطلوبة للصهاريج التي سيحفظ فيها اللبن بعد كل معاملة حرارية تجري عليه اثناء تصنيعه.

وتقسم الخواص الطبيعية للبن الي صفات حسية وصفات قياسية.

الصفات الحسية Organoleptic properties:

وتشمل اللون والطعم والرائحة فيجب ان يكون اللبن ذو لون ابيض كما في حالة اللبن الجاموسي والبان الاغنام وقد يميل الي الاصفرار كما في حالة اللبن البقري نتيجة لوجود صبغة الكاروتين الذائبة في

الدهن ويرجع لون اللبن الابيض الي انعكاس الاشعة الضوئية الساقطة علي حبيبات الدهن والمواد الغروية الاخرى مثل الكازين. اما شرش اللبن فله لون اخضر مصفر نتيجة لوجود صبغة اللاكتوكروم المرتبطة بفيتامين ب (الريبوفلافين).

كما يجب ان يكون طعم اللبن حلو خفيف ولا يحتوي علي أي طعوم او روائح غريبه. ويرجع طعم اللبن الي التوازن بين حلاوة سكر اللاكتوز والطعم الملحي للكلوريدات. والعلاقة بين كمية مايحتويه اللبن من سكر اللاكتوز والكلوريدات يعرف برقم اللاكتوز الكلوريدي وهو دليل علي مدي التغير في طعم اللبن ويرتفع هذا الرقم في نهاية موسم الحليب وعند الاصابة بمرض حمى الضرع حيث ترتفع نسبة الكلوريدات في اللبن كما يتأثر طعم ورائحة اللبن بعدة عوامل اخري خارجية منها عليقة الحيوان وكذلك مكان الحليب فتغذية الحيوان علي علائق محتوية علي مواد ذات رائحة نفاذة مثل الكرنب او الثوم تؤدي الي ظهور طعوم وروائح تلك المواد في اللبن كما ان رائحة الحظيرة التي يتم فيها الحلب تنتقل الي اللبن. واذا فيجب عدم تقديم أغذية ذات رائحة غريبة للحيوان الا بعد الحلب او قبل الحليب بوقت كافي كما يجب مراعاة نظافة وخلو مكان الحلب والأوعية التي يحلب فيها اللبن من أي روائح غير مرغوبة.

الصفات الطبيعية القياسية للبن:

الكثافة والوزن النوعي Density and specific gravity:

الكثافة هي وزن وحدة الحجم، والوزن النوعي هو كثافة المادة منسوبة الي كثافة الماء علي درجة حرارة ثابتة ويتراوح الوزن النوعي للبن الكامل علي ١٥,٥°م من ١,٠٢٥-١,٠٥١ ويلاحظ ان الوزن النوعي للبن يزيد عن ١ وذلك يرجع لاحتواء اللبن علي

مركبات ذات وزن نوعي أعلي من الماء غير ان الدهن وهو مكون هام من مكونات اللبن ينخفض وزنه النوعي عن ١. ويختلف الوزن النوعي للبن باختلاف درجات الحرارة فهو يتناسب عكسيا مع درجة الحرارة.

وقد لوحظ ان الوزن النوعي للبن يزيد ببطء عند حفظ اللبن بعد الحلب علي درجة حرارة منخفضة وتبلغ هذه الزيادة ٠,٠٠١ وتعرف هذه الظاهرة بظاهرة ركناجل Recknagel's Phenomenon وهو العالم الذي لاحظ ذلك وقد ارجعها الي تغير في تأدرت جزيئات الكازين غير ان الرأي الاكثر قبول انه بتخزين اللبن تتغير الحالة الطبيعية التي يتواجد عليها الدهن. ففي اللبن الطازج يكون الدهن في حالة سائلة وبالتخزين علي درجة حرارة منخفضة يتحول الدهن ببطء الي الحالة الصلبة ويقل حجمه نتيجة لذلك.

وبزيادة محتوى القشدة من الدهن يقل الوزن النوعي لها. كذلك فان تركيز اللبن بازالة الماء يرفع الوزن النوعي له. ويقدر الوزن النوعي للبن للكشف عن بعض حالات الغش باللبن ويستخدم ميزان وستيفال او اللاكثوميتر لقياس الوزن النوعي للبن.

الجدول التالي يعرض قيمة الوزن النوعي لابقار قطعان مختلفة علي درجة حرارة ٢٠°م.

الوزن النوعي		نوع القطيع
المتوسط	المدى	
١,٠٣١٧	١,٠٢٣١ - ١,٠٣٥٧	ايرشير
١,٠٣١٨	١,٠٢٧٠ - ١,٠٣٦٦	برون سوس
١,٠٣٣٦	١,٠٢٧٤ - ١,٠٣٩٨	جيرنسي
١,٠٣٢٤	١,٠٢٦٨ - ١,٠٣٨٥	هولستين
١,٠٣٣٠	١,٠٢٤٠ - ١,٠٣٦٩	جرسي

التوتر السطحي Surface tension:

يعرف التوتر السطحي بأنه القوة التي تؤثر علي سطح السائل وتعمل علي جذب الطبقة السطحية منه بحيث تعطيه الشكل الكروي. وذلك يعني ان جزيئات السائل علي السطح تكون معرضة لقوي جذب الي اسفل وعند الجوانب اما الجزيئات داخل السائل فهي معرضة لقوي جذب في جميع الاتجاهات ونتيجة لعدم توازن القوي المؤثرة علي جزيئات السائل يظهر توتر علي السطح فتبدو كما لو كانت مغطاة بطبقة Film.

والتوتر السطحي للبن يتراوح قيمته من ٤٠-٦٠ داین /سم بمتوسط ٥٠ داین/سم علي درجة حرارة ٢٠°م
التوتر السطحي للماء يعتبر اعلي توتر حيث يصل عند نفس الدرجة ٢٠م الي ٧٢,٧٥ داین/سم ومن المكونات التي تنخفض التوتر السطحي للبن البروتينات والدهون.
ويلاحظ ان التوتر السطحي للبن السرسوب منخفض وذلك بارتفاع نسبة البروتينات الدهنية (الليبوبروتينات).
ولقوة التوتر السطحي اهمية في تصنيع المنتجات اللبنية وخاصة الزبد حيث يؤدي زيادة تركيز الليبوبروتينات حول حبيبات الدهن وزيادة ارتباطها مع الدهن الي صعوبة تكوين حبيبات الزبد.
ويقدر التوتر السطحي للبن بواسطة جهاز استيلا-جمومتر.

جهد الاكسدة والاختزال Oxidation Reduction Potential:

وهو يعبر عن المقدرة الاختزالية او المؤكسدة للمحلول ويرمز له بالرمز Eh والجهد الموجب الذي يشمل اكتساب الالكترونات يدل علي خواص مؤكسدة بينما الجهد السالب الذي يشمل فقد الالكترونات يدل علي مقدرة اختزالية وجهد الاكسدة والاختزال للبن الطبيعي يتراوح

بين ٠,٢٣-٠,٢٥ فولت. ويرجع جهد الأكسدة والاختزال باللبن الطازج الغير مسخن الي حد كبير الي ما يحتويه من إكسجين حيث انه بطرد الأكسجين من اللبن ينخفض جهد الأكسدة والاختزال له وللمعامله الحرارية للبن مثال البسترة تأثير علي خفض جهد الأكسدة والاختزال كذلك النشاط البكتيري يؤدي الي خفض جهد الأكسدة والاختزال نتيجة استهلاك البكتريا للأكسجين الموجود في الوسط وايضا باطلاق مواد مختزلة خلال عملية التمثيل الغذائي له. وتلك ظاهرة هامة تجعل رقم Eh من الدلائل علي مدي تلوث اللبن بالميكروبات.

كذلك فان التلوث بالمعادن وخاصة النحاس يؤثر علي قيمة اللبن فأيون النحاسيك مؤكسد قوي يعمل علي زيادة رقم Eh وكذلك اتلاف حمض الاسكوربيك والذي يعتبر مادة مختزلة ويقدر الـ Eh في اللبن باستخدام جهاز قياس الجهد الحساس بقياس الجهد Sensitive potentiometer.

اللزوجة Viscosity :

تعرف اللزوجة بأنها مقاومة السوائل للتدفق او الانسكاب وتتوقف علي الاحتكاك الداخلي بين جزيئات السائل والعلاقة بين الحركة والسطح الخارجي ووحدة قياسها هي البواز Poise.
(Poise = 100 centipoise)

وتعتبر لزوجة اللبن والمنتجات اللبنية من اهم الخصائص من الناحية العملية في كثير من الاحيان حيث يحكم المستهلك علي دسامة وغني الطعم بدلالة اللزوجة ومن ناحية اخري تختلف ادواق المستهلكين في مدي تقبلهم لدرجة لزوجة اللبن ومنتجاته مثل لبن الشيكولاته وقشدة المائدة واللبن الخض.

كذلك تعتبر الزوجة ذات أهمية كبيرة في حالة الألبان المكثفة حيث يفضل أن تكون لزوجتها متوسطة بحيث لا ترتفع فتكون جل ولا تنخفض فتسمح بتصاعد حبيبات الدهن إلى السطح. وتتراوح لزوجة اللبن ما بين ١,٥ - ٢ سنتيبواز على درجة حرارة ٢٠° م بينما تبلغ لزوجة الماء ١ سنتيبواز على نفس درجة الحرارة. وتتوقف لزوجة اللبن على تركيبه والحالة الطبيعية التي توجد عليها مكوناتها الغروية ولا يساهم اللاكتوز بدور يذكر في تأثيره على لزوجة اللبن.

بينما يرجع التأثير الرئيسي إلى بروتينات اللبن والصورة التي تتواجد عليها والعوامل التي تؤثر على ثباتها فبسترة اللبن تزيد لزوجتها نتيجة لتغير الصفات الطبيعية والكيميائية لبروتينات اللبن حيث يفقد ماء التآدرت للكازين ويزداد حجم جزيئاته ويزداد الاحتكاك بينهما كما ترسب الألبومينات كما وأن زيادة الحموضة في اللبن ترفع لزوجته.

أما الدهن فله دور وسط بين اللاكتوز والبروتينات ويعتبر تأثيره على كمية الدهن وحجم حبيبات الدهن ودرجة تجمعه كل تلك العوامل تؤثر على الاحتكاك الداخلي بين الجزيئات أثناء السريان كما وأن عملية التجنيس والضغط المستخدم تؤثر على حجم حبيبات الدهن وزيادة مساحة السطح الدهن وبالتالي زيادة كمية البروتين المحيط بحبيبة الدهن مما يؤدي إلى تكوين تجمعات دهنية تزيد من لزوجة اللبن. وتبلغ لزوجة لبن السرسوب حوالي ٢٥ سنتيبواز أي أكثر ١٤ ضعفا من لزوجة اللبن العادي والتي سرعان ما تنخفض لتصل إلى معدلها الطبيعي في اليوم الرابع بعد الولادة.

والجدول التالي يوضح لزوجة اللبن وبعض مكوناته على درجات الحرارة المختلفة.

درجة الحرارة °م	اللبن الكامل	اللبن الفرز	محلول ٥% لاكتوز	ماء
٥	٣,٢٥٤	٣,٩٦٠	١,٧٦	١,٥١٩
١٠	٢,٨٠٩	٢,٤٧٠	١,٥٠	١,٣٠٨
١٥	٢,٤٦٣	٢,١٠٠	-	١,١٤٠
٢٠	٢,١٢٧	١,٧٩٠	١,١٥	١,٠٠٥
٢٥	١,٨٥٧	١,٥٤٠	١,٠٣	٠,٨٩٤
٣٠	١,٦٤٠	١,٣٣	٠,٩١	٠,٨٠١

تركيز ايون الايدروجين أو رقم pH اللبن:

تتراوح قيمة الـ pH اللبن البقري الطازج بين ٦,٥ الي ٦,٧ وتزداد تلك القيمة في حالات مرض التهاب الضرع وتقل في حالة لبن السرسوب ويقاس pH اللبن باستخدام الطريقة الالكترومترية بجهاز pH meter واللبن الطازج له تأثير امفوتيري يرجع الى تحويل صبغة عباد الشمس الحمراء الي زرقاء والعكس. ويحدث هذا التفاعل نتيجة لوجود بروتينات اللبن بالاضافة الي بعض الاحماض والقواعد التي تكون دالة لتركيز ايون الايدروجين في اللبن.

ويظهر اللبن الطازج عند معايرته بالقلوي ودليل الفينولفثالين اختلافا في النسبة المئوية للحموضة المقدرة كحمض لاكتيك وذلك في نطاق ٠,١٢ الي ٠,١٥% ويطلق عليها الحموضة الطبيعية ومن اهم مسبباتها الكازين والفوسفات. هذا وترتفع حموضة اللبن نتيجة لفعل بكتريا حمض اللاكتيك علي سكر اللاكتوز وتعرف هذه الحموضة بالحموضة الحقيقية. وتتغير حموضة اللبن تبعا لعدة عوامل منها تغذية البقرة في ذلك الموسم الحليبي ونسبة الفسفاط وفردية الحيران.

والجدول التالي يوضح قيم الحموضة المعايرة للبن الاربعة سلالات
من الابقار:

نوع القطيع	% حمض اللاكتيك	
	المتوسط	المدى
ايرشير	٠,١٦٠	٠,٢٤ - ٠,٠٨
هوليسيتين	٠,١٦١	٠,٢٨ - ٠,١
جيرنسي	٠,١٧٠	٠,٣٠ - ٠,١٢

كذلك يعمل اللبن كمنظم Complex buffer نظرا لما يحتويه من
بروتينات وفوسفات وسترات. وتعرف المنظمات بأنها المواد التي
تقاوم التغير في قيمة رقم الـ pH وتعرف السعة التنظيمية بأنها
كمية الحامض أو القلوي اللازمة لتغيير قيمة pH المحلول وحدة
واحدة.

وتتغير السعة التنظيمية للبن ومنتجاته تبعا لعدد من العوامل منها
موسم الحليب ونوع التغذية ونوع وفردية الحيوان.
وقد وجد ان معايرة اللبن الطازج لرفع الـ pH له من ٦,٦
الي ٨,٣ يحتاج من ١٣ الي ٢٠ مل من ايدروكسيد الصوديوم ٠,١
عيارى / ١٠٠ مل لبن (١,٣ - ٢ مليمكافىء / ١٠٠ مل)

وترجع اهمية السعة التنظيمية للبن ومنتجاته بأنها تهىء الظروف
الملائمة لنمو البكتريا المرغوبة بغض النظر عن ارتفاع الحموضة
المقدرة.

معامل الانكسار Refractive index:

عند مرور شعاع ضوئي من وسط اقل كثافة الي وسط اعلي كثافة فانه ينحرف عن مساره بزاوية معينة تسمى زاوية الانكسار وتتوقف قيمتها علي مدي الاختلاف بين كثافة الوسطين وتسمى العلاقة بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار للشعاع بمعامل الانكسار وللبن مقدرة علي كسر الاشعة الساقطة عليه نظرا لما يحتويه من مركبات عديدة ويستدل من تقدير تلك الظاهرة للحكم علي نوعية اللبن. ويقدر معامل الانكسار في سيرم اللبن بعد ترسيب الكازين والدهن لصعوبة تقديره في اللبن الكامل بسبب وجود عكارة واضحة. ومعامل انكسار سيرم اللبن يتراوح من ١,٣٤٣٣ الي ١,٣٤٦٦ أما معامل انكسار اللبن فهو ١,٣٤٧-١,٣٦١٥.

وتتوقف قيمة معامل الانكسار للبن اساسا علي كمية اللاكتوز اما باقي مكونات اللبن الاخرى فتأثيرها ضئيل. ولا تؤثر البسترة علي معامل الانكسار للبن بينما يؤدي الغليان والتعقيم الي خفض قيمته بدرجة ملحوظة نتيجة لتأثيرهما علي اللاكتوز. ويقدر معامل الانكسار باستخدام الرافراكتومتر ويجب توضيح نوع الرايفراكتوميتر المستعمل ودرجة حرارة اللبن عند التقدير.

التوصيل الكهربائي Electrical conductivity:

للبن له خاصية التوصيل الكهربائي. وتختلف مكونات اللبن في مدي قدرتها علي توصيل التيار الكهربائي. فاللاكتوز ليس له دور في ذلك لانه متعادل اما الدهن فترجع شحنته اساسا الي ما يرتبط علي اسطحه من بروتينات غير انه نظرا لكبر حجم جزيئاته فانها تعيق مرور التيار الكهربائي اكثر من مساعدتها علي امراره بينما حزيئات البروتين المشحونه تعتبر اهم موصل للتيار الكهربائي في حالة غياب

الالكتروليتات ولكن في حالة وجود نسبة من الألكتروليتات المتحللة فان جزيئات البروتين تسبب انخفاض سرعة انتقال الايونات وبذا يتضح ان اهم مكونات اللبن في مقدرتها علي توصيل التيار الكهربائي هي ايونات الاملاح سريعة التحلل.

وتعرف وحدة التوصيل الكهربائي مـهو Moh بانها مقلوب المقاومة التي وحدتها اوم Ohm وأوضح Coste and Shelbern ان ٤٩ - ٧٨% من مقدرة اللبن علي التوصيل الكهربائي ترجع الي ايون الكلوريد ولذا فان البان الابقار المصابة بحمي الضرع مقدرتها علي التوصيل الكهربائي مرتفعة تصل الي $10^{-1} \times 130$ مـهو وذلك لارتفاع الكلوريدات بها بينما في البان الابقار السليمة تكون من ٤٥ - $10^{-1} \times 48$ مـهو .

كما تتغير قيمة التوصيل الكهربائي للبن بتغيير موسم الحليب فالسرسوب له مقدرة ضعيفة علي التوصيل الكهربائي بينما ترتفع تلك المقدرة في نهاية موسم الحليب حيث تصل الي $10^{-1} \times 65$ مـهو.

الضغط الاسموزي Osmotic pressure:

يعتبر اللبن سائلا حيويا وضغطه الاسموزي يقارب الضغط الاسموزي للدم وسوائل الجسم الحيوية مثال الصفراء، وتؤثر مكونات اللبن علي ضغطه الاسموزي بنسب متفاوتة، فالدهن وبروتينات اللبن وبعض الاملاح التي توجد علي حالة غروية لا تؤثر علي الضغط الاسموزي للبن بينما سكر اللبن والاملاح وهي المواد الذائبة في اللبن والتي تعتبر عالية الانتشار فيرجع اليها الدور الاساسي للضغط الاسموزي للبن علي انها تتفاوت فيما بينها في ذلك التأثير.

واللاكتوز الذي يوجد في اللبن بنسبة اعلي من نسبة وجود الاملاح والتي تصل الي ٧ أضعاف يشترك في احداث الضغط الاسموزي للبن

بنفس النسبة التي تشترك بها الاملاح ويرجع ذلك الي درجة انتشار كل منهما في اللبن فالجزء الاكبر من الاملاح توجد في حالة انتشار ايوني بينما ينتشر اللاكتوز علي صورة جزيئية. عند زيادة محتويات اللبن من الاملاح تنقص كمية سكر اللبن والعكس صحيح لان الضغط الاسموزي للبن ثابت دائما حيث ان الوظائف الفسيولوجيه لجسم الحيوان عادة ماتكون ثابتة وتتغير قيمة الضغط الاسموزي فقط اذا ما اصيب الحيوان بمرض حمي الضرع.

نقطة التجمد Freezing point:

نقطة تجمد الماء هي درجة الحرارة التي يكون عندها الماء والتنج في حالة اتزان ودرجة الانخفاض في نقطة التجمد تتناسب مع نسبة الجزيئات الذائبة وتستخدم نقطة تجمد اللبن للكشف عن الغش باضافة الماء.

ونقطة تجمد اللبن من اهم صفاته الطبيعية وتتراوح بين -٠,٥٢٥ الى -٠,٥٦٥ بمتوسط -٠,٥٤٠ م°.

كما تنخفض ايضا بارتفاع حموضة اللبن الي -٠,٨ أو -٠,٩ م° بينما ترتفع نقطة تجمد اللبن باضافة الماء. وقد وجد ان أي عملية لا تتضمن تخفيف او تركيز للبن ليس لها تأثير يذكر علي نقطة التجمد وتستخدم جهاز الكريوسكوب Cryoscope لتقدير نقطة تجمد اللبن

نقطة الغليان Boiling point:

للبن نقطة غليان اعلي من الماء ويرجع ذلك لاحتوائها علي عديد من المركبات الذائبة وتبلغ درجة غليان اللبن ١٠٠,١٧ م°.

الحرارة النوعية Specific heat:

تعرف الحرارة النوعية بأنها عدد السرعات اللازمة لرفع درجة حرارة ١ جرام من المادة درجة واحدة مئوية ووحدة قياسها هي الكالوري وهي تتوقف على التركيب الكيميائي والحالة الطبيعية للمادة.

ويبين الجدول التالي الحرارة النوعية لكل من اللبن الكامل والفرز والقشدة المحتوية على نسب مختلفة من الدهن وذلك لتوضيح تأثير التركيب الكيميائي على درجات الحرارة المختلفة.

الحرارة النوعية على درجة م°			نسبة الدهن %	الناتج اللبني
٤٠-٤٣	٣٢-٣٥	١٥-١٨		
٠,٩١٧	٠,٩٢٦	٠,٩٤١	٣,٥	اللبن الكامل
٠,٩٢٨	٠,٩٣٥	٠,٩٤٦	-	اللبن الفرز
٠,٨٦٢	٠,٩٠٥	١,٠٣٢	١٨	قشدة
٠,٨٢٢	٠,٨٩٤	١,١٠٨	٢٥	
٠,٧٧٣	٠,٨٥١	١,١٣٦	٢٣	
٠,٧٢٠	٠,٨١٤	١,١٤٧	٤٠	

- والسعة الحرارية للبن الكامل ٠,٩ - ٠,٩٢٥ واللبن المكثف ٠,٥٣-٠,٦٥ واللبن المجفف ٠,٥

التوصيل الحراري Heat conductivity:

يعرف بأنه كمية الحرارة بالكيلو كالوري المارة في وحدة الزمن خلال وحدة السطوح للمادة ولمسافة معينة على أن يكون الفرق في الحرارة ١ م° ويتوقف التوصيل الحراري للبن على تركيبه الكيميائي والطبيعي ودرجة الحرارة ويعتبر الدهن أهم مكونات اللبن في ذلك

الصدد والذي يتميز بان معامل التوصيل الحراري له منخفض ولذا نجد ان الزيت والمنتجات الدهنية تبرد ببطء.

معامل توصيل درجات الحرارة

:Coefficient of temperature conductivity

يعبر عن مدى سرعة تغير درجة حرارة المادة الغذائية ويتناسب طرديا مع معامل التوصيل الحراري وعكسيا مع الحرارة النوعية والوزن الحجمي وبمعرفة الحرارة النوعية والتوصيل الحراري والوزن الحجمي يمكن حساب توصيل درجات الحرارة لاي ناتج لبني.

الباب الرابع ميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته

يعتبر علم ميكروبات اللبن ومنتجاته أحد علوم الألبان الأساسية وذلك نظرا للدور الحيوي الذي تلعبه الكائنات الحية الدقيقة في الصناعات اللبنية ويرتبط علم ميكروبيولوجيا الألبان بتطور علوم الميكروبات عامة.

كان أول من وضع الأحياء الدقيقة في مجموعة هو ليفنهوك عام ١٦٧٦ وقد أسماها Animalcules، ولكن أول من وضع للبكتيريا اسمها هو موللر Muller عام ١٧٧٣ .

ولقد اكتشف شيل Scheele عام ١٧٨٠ وجود حامض اللاكتيك في اللبن الحامض إلا إن باستير عام ١٨٧٥ أثبت وجود كائنات حية دقيقة منتجة لهذا الحامض . كذلك قدم العالم Oral-Jensen الكثير لعلوم الميكروبات عامه وعلم ميكروبات اللبن خاصة حيث بدأ أبحاثه عن تسوية الجبن السويسري عام ١٩٠٦ كما أوضح العالم الروسي الأصل ميتشنيكوف (١٨٤٥-١٩١٦) القيمة الصحية للألبان المخمرة للدور الذي تلعبه ما بها من كائنات حية دقيقة، وقد توالت الأبحاث بعد ذلك إلى أن وصلت إلى ما هي عليه الآن.

تعريف الميكروبات:

الميكروبات هي مجموعة واسعة من الكائنات الحية الدقيقة - البعض يمكن رؤيته بالعين المجردة كبعض الفطريات وبعضها لا تری إلا بالميكروسكوب الضوئي مثل البكتيريا، وبعضها لا يری إلا بالميكروسكوب الإلكتروني مثل الفيروسات.

علاقة الميكروبات باللبن ومنتجاته:

يمكن تحديد علاقة الميكروبات باللبن ومنتجاته علي نوعيه الدور التي تقوم به كما يلي:

- ١- بعض الميكروبات تحدث تغيرات مرغوبة مثل البكتريا المستخدمة كبادئ في صناعة الالبان المتخمرة والجبن وبعض المنتجات اللبنية الأخرى كالقشدة.
- ٢- بعض الميكروبات تحدث تغيرات غير مرغوبة تؤدي إلى تلف بعض المنتجات اللبنية، أو تسبب تدهورا في صفات اللبن أو منتجاته.
- ٣- بعض الميكروبات تسبب أمراضا والتي تنتقل إلى الإنسان عن طريق اللبن ومنتجاته.

العوامل المؤثرة علي نمو الميكروبات:

من الأهمية دراسة العوامل المؤثرة علي نمو وتكاثر الميكروبات وربطها بتركيب اللبن ومنتجاته وظروف تصنيعه لتفهم تلك العلاقة بين الميكروبات واللبن. ويعتبر اللبن بيئة مناسبة لنمو الكثير من الميكروبات نظرا لما يحتويه من بروتينات وكربوهيدرات ودهون وفيتامينات وأملاح معدنية ومجموعة ب المركبة وما تقوم به من دور هام للإنزيمات الميكروبية أثناء العمليات الحيوية كذلك فإن وجود الأملاح المعدنية يعتبر عامل مساعد داخل الخلايا الميكروبية بالإضافة إلي نسبة الماء العالية به والـ PH المناسب لنمو كثير من الميكروبات - وتتلخص العوامل المؤثرة علي نمو الميكروبات في:

١- الرطوبة:

ترجع أهمية الرطوبة للميكروبات إلى إنها الوسط الذي تنوب فيه المواد الغذائية الداخلة إلى الخلية وكذلك الخارجة منها كما أنها تدخل في التفاعلات الحيوية الخاصة بالخلايا الميكروبية وبالطبع فإن الناسين

والكثير من المنتجات اللبنية بها الكمية الكافية من الرطوبة التي تسمح بنمو مختلف الميكروبات من بكتيريا وخمائر وفطريات، إلا أنه في اللبن المجفف نتيجة لازالة كمية كبيرة من الرطوبة منه فإن ذلك يحد من نمو الميكروبات - أيضا في الألبان المكثفة المحلاة فإن إضافة السكر يؤدي إلى ارتفاع الضغط الاسموزي مما يعوق نمو كثير من الميكروبات به..

٢ - الاحتياجات الغذائية:

يلزم للميكروبات لكي تنمو، توفر مصدر للكربون والطاقة مصدر للنيتروجين، هذا علاوة على الأملاح الضرورية، وبعض فيتامينات، وتختلف الميكروبات اختلافا واسعا في هذه الاحتياجات يمكن تقسيم الميكروبات حسب احتياجاتها الغذائية إلى قسمين:

أ - ميكروبات ذاتية التغذية Autotrophs:

وهذه لها احتياجات غذائية بسيطة تشتمل على مخلوط من الأملاح المعدنية بتركيزات منخفضة، CO_2 كمصدر للكربون ومصدر طبيعي أو كيميائي للطاقة وإذا كان مصدر الطاقة هو الضوء فإنها تسمى: Photosynthetic Autotrophs أما إذا تم الحصول على الطاقة من أكسدة مركبات غير عضوية فإنها تسمى Chemosynthetic Autotrophs وهذه الميكروبات لا تسبب مشاكل في منتجات الألبان ولا تسبب إصابة للإنسان بالأمراض.

ب - ميكروبات غير ذاتية التغذية Heterotrophs:

وهذه تحتاج إلى مركبات عضوية كمصدر للكربون ومصادر نيتروجينية قد تكون بسيطة مثل الأمونيا لتخليق البروتينات اللازمة الخلوي أو تحتاج لمصادر آزوتية معقدة، وقد تحتاج لحامض أميني أو أكثر كذلك تتفاوت احتياجاتها من الفيتامينات من فيتامين واحد من مجموعة

ب المركبة الي جميع افراد هذه المجموعة من الفيتامينات،
والميكروبات غير ذائبة التغذية هي التي تهتمنا في مجال علوم الالبان.

٣- الحرارة:

تختلف الميكروبات في المدي الحراري الذي فيه تستطيع النمو
ويمكن تقسيم الميكروبات تبعا لذلك الي:

أ - ميكروبات محبة للبرودة Psychrophils:

وهذه المجموعة من الميكروبات درجه حرارتها الصغري حوالي
°٤م والمثلي تتراوح ما بين ١٠-١٥°م بينما درجة الحرارة العظمي لها
°٢٠م .

ب- ميكروبات محبة للحرارة المتوسطة Mesophils:

وهذه المجموعة من الميكروبات درجة حرارتها الصغري °٢٠م
والمثلي °٣٧م والعظمي °٤٠م.

ج - ميكروبات محبة للحرارة المرتفعة Thermophils:

وهذه المجموعة من الميكروبات درجة حرارتها الصغري تتراوح
ما بين ٢٥-٤٠°م ودرجة الحرارة المثلي لها تتراوح ما بين ٤٥-٥٥°م
بينما درجة الحرارة العظمي لها ٦٠°م ودرجة حرارة التحضين
المستخدمة لعد هذه البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة في اللبن هي
°٥٥م ويجب الاشاره الي ان بعض الميكروبات تقاوم حرارة البسترة
او الغليان او التعقيم ولذلك تسمى ميكروبات مقاومة للحرارة
Thermoduric microbes.

٤ - الاكسجين:

يمكن تقسيم الميكروبات حسب احتياجاتها للاكسجين الي المجاميع
الآتية:

أ - ميكروبات هوائية Aerobes:

وهي الميكروبات التي تحتاج الي الاكسجين كي تنمو وفيها يعمل الاكسجين كمستقبل للهيدروجين ومنها فطر اللبن الابيض الذي ينمو علي سطح القشدة.

ب- ميكروبات لا هوائية اختيارا Facultative anaerobes :

وهذه المجموعة يمكنها النمو سواء في وجود او غياب الهواء. ومن امثلتها النوع *Escherichia coli*

ج - ميكروبات محبة للقليل من الهواء Microaerophilis microbes:

وهذه المجموعة يلزم لنموها القليل من الهواء لكنها لا تنمو في غيابها مثل معظم الانواع التابعة للجنس *Streptococcus* والجنس *Lactococcus*.

د - ميكروبات لا هوائية Anaerobes:

وهذه تنمو فقط في غياب الاكسجين وهذه الميكروبات لا يمكنها النمو في وجود الهواء حيث ان ذلك يؤدي الي تراكم فوق اكسيد الايدروجين H_2O_2 بتركيزات سمية نظرا لان هذه الميكروبات لا تنتج انزيم الكاتاليز المسئول عن تحلل H_2O_2 الي اكسجين وماء ومن امثلتها افراد الجنس *Clostridium*.

هـ - الاس الايدروجيني (رقم الـ pH):

لكل ميكروب رقم pH امثل والذي عنده يكون النمو افضل ما يكون فغالبية البكتريا تنمو عند رقم pH يتراوح بين ٦-٨ ومن المعروف ان غالبية الخمائر والفطريات تستطيع النمو في الوسط الحامضي. وتستغل قدرة بعض الميكروبات علي النمو علي درجات معينة من الحموضة كوسيلة للفرقة بين الميكروبات فمثلا البكتريا

الكروية المعويه مثل *Enterococci* يمكنها النمو علي pH ٩,٦ بعكس بقية افراد الجنس *Streptococcus* التي لا تنمو علي هذا الـ pH.

٧- جهد الاكسدة والاختزال

:Oxidation - Reduction Potential (Eh)

وهو مقياس مقدرة أي نظام عكسي في استقبال او اعطاء الالكترونات وتعرف الاكسدة بفقد الايدروجين او اكتساب الاكسجين او فقد الالكترونات بينما الاختزال هو اكتساب الايدروجين او فقد الاكسجين او اكتساب الالكترونات.

ولجهد الاكسدة والاختزال للبيئة اثر علي نمو الميكروبات. والبكتريا اللاهوائية مثلا لا تنمو الا في وجود جهد الاكسدة والاختزال المنخفض. ويمكن خفض جهد الاكسدة والاختزال للبيئة الغذائية التي تربي فيها ميكروبات حساسة لجهد الاكسدة والاختزال عن طريق اضافة الآجار او الجيلاتين علي سطح البيئة لمنع وصول الهواء اليها كذلك قد تضاف الي البيئة حمض الاسكوربيك والجلوتاثيون وذلك بقصد اقلل تأثيرها بالاكسدة اذ ان هذه المركبات تعمل كعوامل مختزله مما يؤدي الي تقليل كمية الاكسجين، كما يمكن تنميه هذه الميكروبات بإحداثا تفريغ واحلال غاز خامل مثل النيتروجين أو خليط من N_2 و CO_2 .

٧- التأثير المطهر للبن:

تم عزل ماده اللاكتين Lactinin من اللبن الخام والتي يرجع اليها الفعل المطهر للبن الخام حيث لوحظ انخفاض المحتوي الميكروبي للبن، وذلك خلال الساعات الاولى من الحليب، ولقد وجد ان اكثر

الميكروبات تأثرا بماده اللاكتين هي البكتريا *Streptococcus pyogenes* وهذه المادة غير ثابتة حراريا.

٨- ضادات الحيوية:

نتيجة انتشار واستخدام المضادات الحيوية في علاج الحيوانات فان جزء من هذه المضادات الحيوية يفرز في اللبن وذلك يؤدي الي اعاقه نمو بكتريا الباديء المستخدمة عند تصنيع المنتجات اللبنية المختلفة. ويتوقف ظهور المضادات الحيوية في اللبن علي نوع المضاد الحيوي وكميته وتركيب قنوات الضرع لكل حيوان والفترة بين الحلبتين، ولذلك يجب الكشف عن وجود بقايا المضادات الحيوية في اللبن المستخدم في تصنيع المنتجات اللبنية المختلفة. وللتقليل من أثر هذه المشكلة يمكن:

- ١- استبعاد لبن الحيوانات التي تعالج بالمضادات الحيوية .
- ٢- أن لا تزيد نسبة الحيوانات التي تعالج بالمضادات الحيوية عن ٢% من أفراد القطيع .
- ٣- زيادة استخدام الباديء الي خمسة أضعاف النسبة الواجب اضافتها للبن الناتج من حيوانات لا تعالج بالمضادات الحيوية .
- ٤- استخدام باديء يحتوي علي سلالات ميكروبية تتحمل المضادات الحيوية .

٩- مركبات السلفا:

تستخدم مركبات السلفا ومنها السلفوناميدات في علاج ماشية اللبن وهي ايضا تفرز في اللبن وبالتالي تؤثر علي نشاط الباديء المستخدم في صناعة المنتجات اللبنية، حيث ان تأثير مركبات السلفا يرجع الي حدوث تثبيط تنافسي بين مركب السلفا و حمض البارأمينو بنزويك اللازم لنمو بعض الميكروبات ومثل هذا التنافس يمنع البكتريا من الاستفادة من هذا الحامض.

١٠- مبيدات الآفات:

ينتقل الكثير من مبيدات الآفات الي اللبن نتيجة تناول الحيوانات الحلوب لعلائق بها بقايا هذه المبيدات ولذلك يجب الكشف عن وجود بقايا المبيدات في اللبن.

إبادة ميكروبات اللبن

يمكن إبادة الميكروبات الموجودة باللبن باحدى الطرق الآتية:

١- الحرارة:

توجد عوامل كثيرة تتداخل في تحديد درجة الحرارة المؤثرة علي الميكروبات فمنها الزمن الذي تعرض له الميكروبات للحرارة وتجرثم الخلايا من عدمه ونوع الميكروب والبيئة المحيطة اثناء المعاملة الحرارية كما ان الرطوبة تسرع في سرعة تغيير خواص البروتينات بالحرارة وايضا انخفاض الـ pH يزيد من ابادة الميكروبات بالحرارة ويرجع ابادة الميكروبات بالحرارة الي تخر.

البروتينات الخلوية خاصة الانزيمية وبالتالي يتم ايقاف جميع الوظائف الحيوية بالخلية الميكروبية وأهم التطبيقات لابادة الميكروبات بالحرارة هي:

أ- البسترة: ويقصد بها تسخين كل قطرة من اللبن على درجة حرارة معينة لمدة محددة، ثم التبريد الفجائي وتنقسم الى العديد من الأنواع ولكن أكثرها شيوعاً هما:

- ١- البسترة البطيئة: ويكون فيها التسخين على درجة حرارة 61.7°C (١٤٣°ف) لمدة ٣٠ دقيقة ثم التبريد الى 40°C ف.
- ٢- البسترة السريعة: ويكون فيها التسخين على درجة حرارة 71.6°C (١٦١°ف) لمدة ١٥ ثانية ثم التبريد الى 40°C ف.

ب- الغلي: ويقصد به تسخين اللبن مع التقليب المستمر حتي درجة الغليان مع تكسير الرغوة لعدة دقائق يتبعه التبريد الفجائي، ويكتسب اللبن نتيجة هذه المعاملة الطعم المطبوع . كما ان هذه المعاملة لا تقضي علي الميكروبات المقاومة للحرارة، وهذا اللبن يصعب تجنبه بالمنفحة، كما يحدث به دنثرة لبروتينات الشرش، تحول فوسفات الكالسيوم الذائبة الي غير ذائبة، وهدم تام لفيتامينات B_1 ، فيتامين C وهدم نسب مختلفة من باقي الفيتامينات المحتوي عليها اللبن . كما تقضي هذه المعاملة علي جميع الانزيمات الموجودة باللبن .

ج- التعقيم (التسخين فوق العالي): ويقصد به تسخين كل قطرة من اللبن علي $150^{\circ}C$ لمدة ٢-٤ ثواني بعدها يبرد تدريجياً Ultra heat treated milk.

٢- الاشعاع:

من اهم الاشعة المستخدمة في حفظ الاغذية وابادة الميكروبات:

أ - الاشعة فوق البنفسجية:

وهي ذات اطوال موجات تتراوح ما بين ١٣٦-٣٩٠٠ أنجستروم الا ان الاشعة الفعالة هي التي تقع ما بين ٢٦٥٠-٢٦٦٠ أنجستروم حيث ان الاشعة في هذا المجال تمتص بشدة بواسطة مجاميع البيريميدين والبيورين في الاحماض النووية الموجودة في الخلايا الميكروبية وينتج عن ذلك تكون طفرات او موت الخلايا. ويمكن استخدام هذه الاشعة لتقليل تلوث اللبن علي طول خط التصنيع خاصة عند التعبئة وقفل العبوات .

ب- اشعة اكس وهي عبارة عن أشعة كهرومغناطسية.

ث- اشعة الكاثود وهي عبارة عن تيار من الألكترونات (جسيمات بيتا).

٣- خفض التوتر السطحي:

يعرف التوتر السطحي للسائل بأنه القوة اللازمة للتغلب على التجاذب الحادث بين جزيئات السائل مع السائل. وقد استخدمت هذه الظاهرة في إبادة الميكروبات حيث ان لكل ميكروب درجة توتر سطحي حرجة اذا انخفضت عنها تم إبادته، مثل الاحماض العضوية والكحولات والصابون ومواد التنظيف والغسيل والعوامل المبللة Wetting agents وعادة تستخدم المواد المخفضة للتوتر السطحي في تعقيم الآلات والادوات في مصانع الالبان، وتضاف املاح الصفراء في بغض البيئات لتنمية ميكروبات معينة دون غيرها.

٤- الكيماويات:

وتنقسم الى مجموعتين:

أ- المواد المطهرة: وهي تستخدم في تعقيم آلات وادوات مصانع الالبان وورق لف الجبن والزبد وغيرها وكذلك في تطهير ارفف وحجرات تسوية الجبن والثلاجات وبالتالي غير مسموح بأضافتها الى اللبن ومنتجاته ومن هذه الكيماويات:

١- مركبات الكلور: وهي توجد عادة في صورة هيبوكلوريت الصوديوم او الكالسيوم حيث ينطلق الكلور عند اذابتها في الماء مسببا تأثيرها المطهر. ويتوقف تأثيرها المطهر علي التركيز، درجة الحرارة، مدة التعرض ووجود بقايا مواد عضوية.

٢- الفورمالين: وهو يؤدي الي تلف جزئي لبروتين اللبن، يستخدم في حفظ عينات اللبن المعدة للتحليل الكيماوي، كما يستخدم في تطهير حجرات تخزين وتسوية الاجبان .

٣- مركبات الامونيوم الرباعية: وهي غير سامة، عديمة اللون وتساعد علي خفض التوتر السطحي وتأثيرها المثبط يرجع للجزء

الكاتيوني بها، ولا يتأثر بالمواد العضوية وتنشط علي الـ pH المتعادل:

ب- المواد الحافظة: وهي مسموح بأضافتها الي اللبن ومنتجاته في بعض الأحيان مثل:

١- النيسين Nisin: وهو مضاد حيوي والذي تفرزه بعض السلالات التابعة للـ *Lactococcus lactis supsp. Lactis*، حيث له تأثير مبيد علي بعض البكتريا خاصة البكتريا اللاهوائية *Clostridium*.

٢ - فوق اكسيد الايدروجين: هو يضاف اللبن كمادة حافظة لحين تصنيعه وهو شديد التأثير علي البكتريا المتجربة اللاهوائية وتأثيره علي البكتريات الهوائية والميكروبات الممنتجة للكتاليز تأثير بسيط حيث تقاوم تركيزات عالية منه، أما البكتريات السالبة للكتاليز فتتأثر بتركيزات منخفضة منه. (لا يعتبر وسيلة بديلة للبسترة)، وكثير من البلدان لا تسمح بإضافته.

٣ - بعض املاح المعادن: يعتبر ملح الطعام ذو تأثير علي نمو الميكروبات حيث يؤثر علي الضغط الاسموزي للخلايا كذلك تستخدم سوربات البوتاسيوم والصوديوم وبروبيونات الكالسيوم كمادة مانعة لظهور الفطريات علي سطح الجبن والزبد.

٥- الطرد المركزي Bactifugation :

وتستخدم هذه الطريقة لتقليل محتويات اللبن من البكتريا حيث يعرض اللبن لطرد مركزي علي ١٠-١٥ ألف دورة/دقيقة مما يعمل علي ترسيب الكثير من الخلايا البكتيرية. لكنها لا تفيد في حالة وجود البكتريا بأعداد كبيرة في اللبن، ولكن لها أهمية كبيرة في التخلص من معظم البكتريات المتجربة.

ميكروبيولوجيا الالبان

يمكن حصر انواع الميكروبات التي لها علاقة بالصناعات اللبنية في الآتي:

(١) البكتريا ويمكن وصفها بالآتي:

أ - أنها كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية لا يمكن رؤيتها الا باستخدام الميكروسكوب .

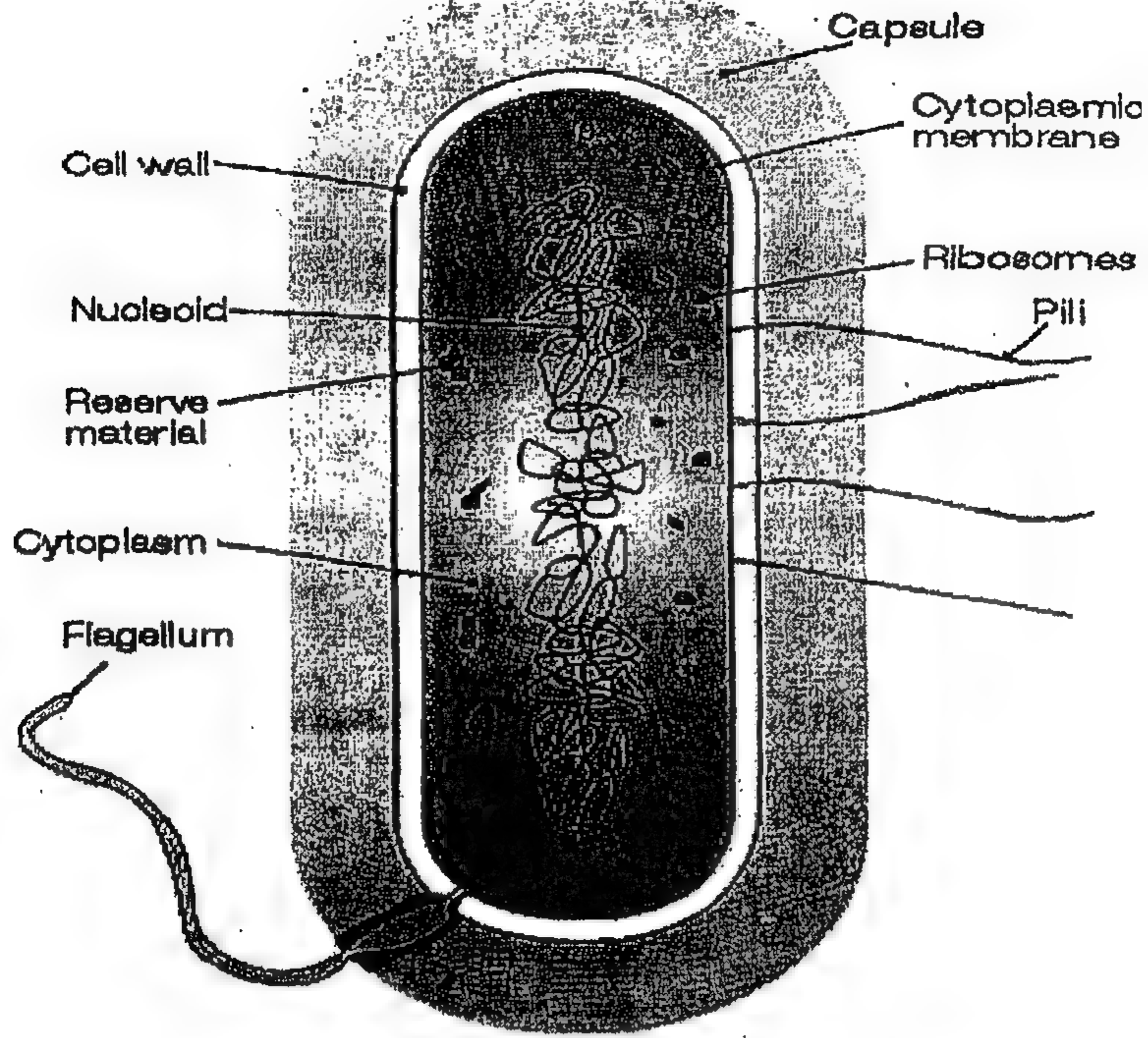
ب- إنها تتكاثر عادة بالانقسام الخلوي البسيط Simple cell division.

ج - ان المادة النووية توجد في تركيب يشبه الكروموسوم A single chromosome-like اكثر من كونها في صورة نواه محاطة بغشاء نووي.

د- ان العديد من البكتريا والطحالب الزرقاء المخفضة - تحتوي جدرانها الخلوية علي حمض الـ Diaminopimelic وهذا المركب لا يوجد في الكائنات الحية الدقيقة الاخرى.

هـ- ان الجدر الخلوية للخلايا البكتيرية صلبة مع وجود بعض الاستثناءات القليلة.

والشكل التالي يوضح تركيب الخلية البكتيرية:



(٢) الخمائر:

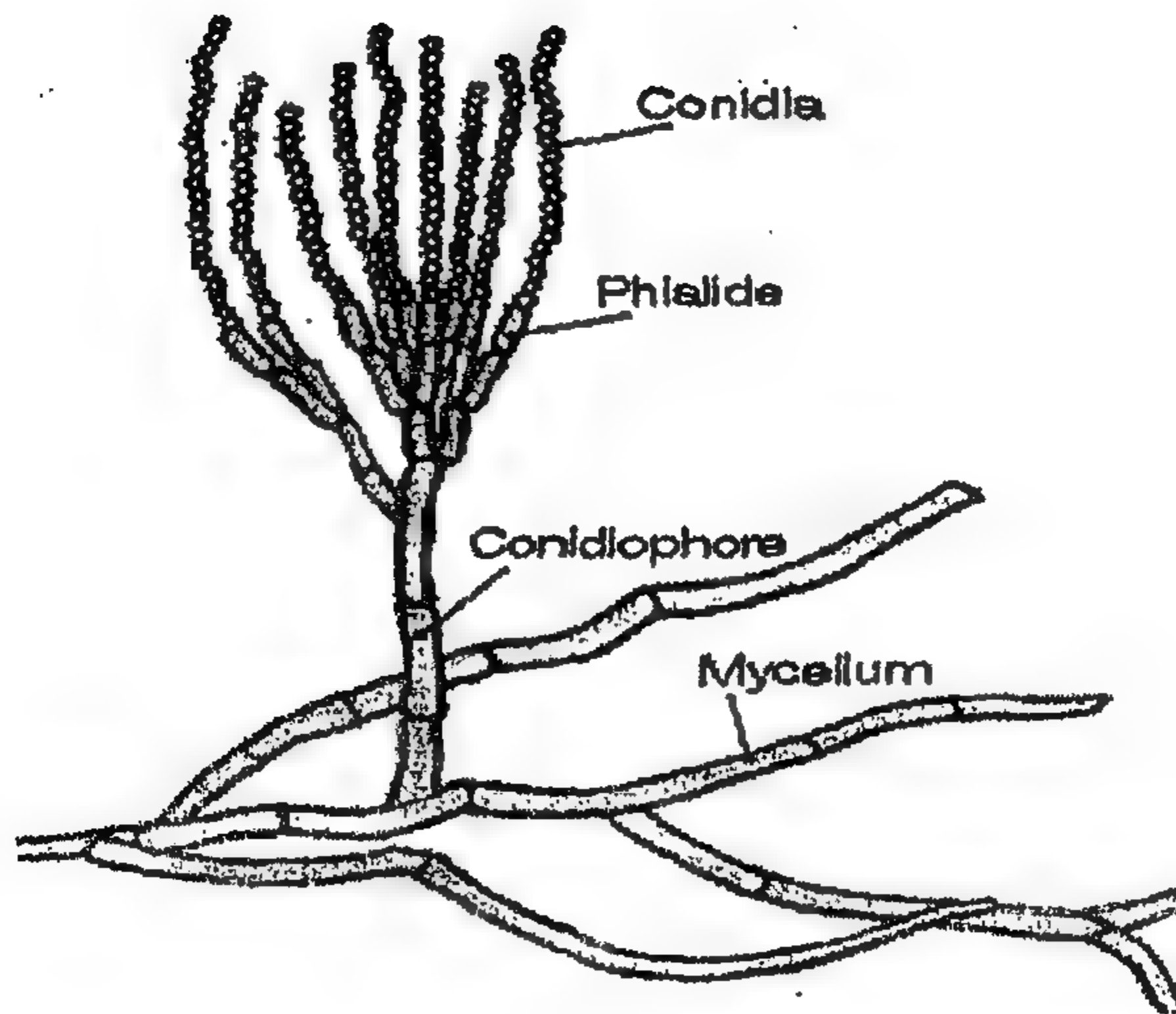
الخمائر كائنات حية وحيدة الخلية أكبر في الحجم من البكتيريا وتحتوي على نواه واضحة وهي بيضاوية الشكل عادة ذات جدار خلوي معقد التركيب يحتوي على مادة الجلوكان Glucan ومادة المانان Mannan ومادة البكتين وبعض البروتينات وتحتوي الخلية على جليكوجين ودهن وتنتشر الخمائر انتشارا واسعا وتفضل في نموها الـ pH المنخفض (٣,٥) وحرارة النمو المثلى لها تتراوح ما بين ٢٥-٤٠°م وتتكاثر الخميرة بالتبرعم او بالتكاثر الجنسي.

(٣) الفطريات:

وهي كائنات حية عديدة الخلايا يلزم لنموها توفر الاكسجين، تتميز بتكوين نموات خيطية متفرعة تعرف بالهيفات تتداخل في بعضها

مكونة الميسيليوم وفي كثير من الحالات يمكن تقسيم الميسيليوم إلى جزئين: الهيفات الخضرية والتي تكون مدفونة ولو جزئيا في المادة الغذائية التي ينمو عليها الفطر وهيفات التكاثر وهي عادة توجد منتصبة في الهواء وتحمل الجراثيم. والفطريات تلعب دورا هاما في الصناعات اللبنية فبعضها يستخدم في صناعة بعض المنتجات اللبنية مثل فطر الـ *Penicillium roqueforti* الذي يدخل في صناعة الجبن الريكفور، الا ان بعض الفطريات تسبب مشاكل كتبقيع الزبد والاجبان وتكوين السموم الفطرية.

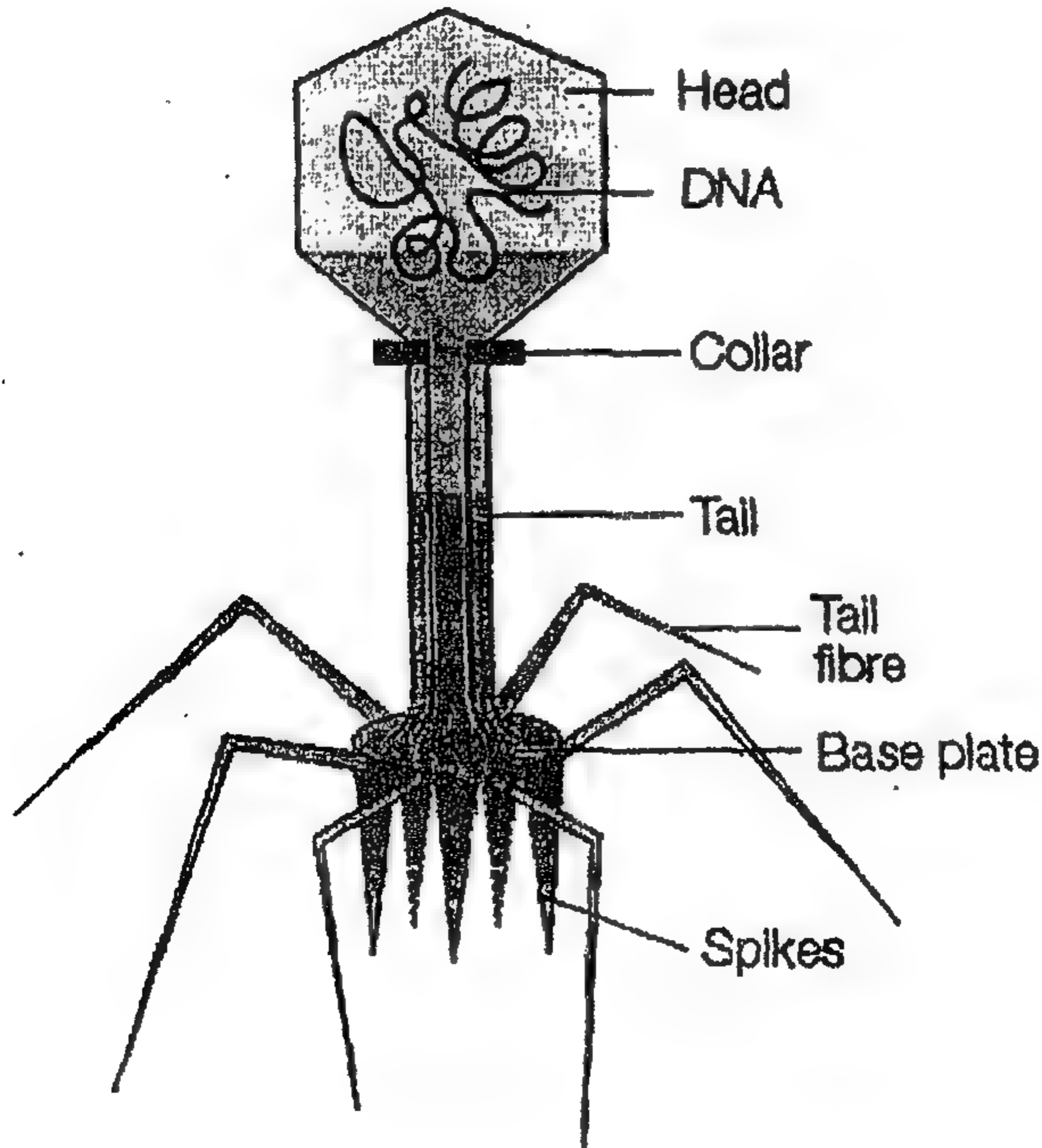
والشكل التالي يوضح أجزاء الفطر *Penicillium*.



(٤) الفيروسات:

كان اول من اكتشف الفيروسات هو العالم الروسي ايفانوفسكي Iwanowski عام ١٨٩٢ والفيروس من أصغر الكائنات الحية الدقيقة لا يمكن رؤيتها الا بالميكروسكوب الالكتروني فقط ويمكنها المرور خلال المرشحات البكتيرية ولا تنمو الفيروسات الا علي خلايا حية وهي متخصصة جدا وتتركب اساسا من الاحماض النووية المغلفة بالبروتين. وفي الفترة من عام ١٩١٤-١٩١٨ اكتشف دهرل Dherelle ان البكتريا ايضا قد تصاب بالفيروسات واطلق علي هذه الفيروسات اسم البكتريوفاج وعند اصابة بكتريا الباديء بالبكتريوفاج فان هذا يؤدي الي ايقاف نشاط بكتريا الباديء ويؤدي الي فشل عملية تصنيع المنتج اللبني المستخدم فيه الباديء.

وفيما يلي رسم توضيحي للبكتريوفاج.



(٥) الركتسيا:

وقد عزلت لأول مرة بواسطة العالم الأمريكي Howard T. Ricketts عام ١٩٠٩ وهي تختلف عن البكتريا بأنها لا تستطيع النمو في البيئات العادية وهي اكبر حجما من الفيروسات ولا تمر من المرشحات البكتيرية وهي اما عصوية او كروية توجد مفردة او في ازواج وأحيانا في سلاسل والذي يهتما منها النوع *Coxiella burnetii* الذي تسبب المرض المعروف باسم حمى الكيو وهذا المرض ينتقل الي الانسان عن طريق اللبن الخام الناتج من الحيوانات الطوب المصابة.

تصنيف وتسمية البكتريا

ان تصنيف وتسمية البكتريا من العلوم الهامة والتي مرت بمراحل عديدة الي ان اصدرت جمعية البكتريولوجين الامريكين Society of American Bacteriologists عام ١٩٢٣ اول كتاب عن تصنيف وتسمية البكتريا تحت مسمى Bergey's Manual of Determinative Bacteriology وتوالت الطبعات الخاصة لهذا الموضوع الي ان وصلت الي الطبعة الثامنة والتي صدرت عام ١٩٧٤ وكانت تعتمد في التقسيم علي:

أ - الصفات المظهرية (شكل الخلايا - الأسواط - الحركة - الاغلفة - صفات الصبغ).

ب- الصفات الحيوية (الاحتياجات الغذائية - درجة الحرارة الملائمة للنمو - الاختبارات التخمرية)

ج- المقدرة علي تحليل الدم.

د- التقسيم المورفولوجي.

ثم صدرت الطبعة الاخيرة في ١٩٨٤ تحت مسمى Bergey's Manual of Systematic Bacteriology، حيث اعتمدت الصفات السابقة علي الآتي:

Numerical taxonomy	١-التقسيمي الاحصائي
Nucleic acids	٢-الاحماض النووية
Genetic methods	٣- الطرق الوراثية
Chemotaxonomy	٤-التقسيم الكيماوي

وظهرت الطبعة الاخيرة في ٤ مجلدات - يهمننا في مجال الألبان:المجلد الاول (Volume 1) والمجلد الثاني (Volume 2).

في هذه الطبعة تم تقسيم مملكة البروكاريوتا (Kingdom procaryotae) التي تقع تحتها البكتيريا الي ١٧ قسماً. ويجب اولا الفصل ما بين التسمية Nomenclature والتصنيف Classification. فالهدف من التسمية هو اختيار الاسم المناسب للكائن البكتيري طبقا للشروط المصطلح عليها واما التصنيف فهو ترتيب الكائنات المسماة في مجاميع بطريقة تبين التشابه بين افراد المجموعة وتوضيح الاختلافات بينها وبين المجاميع الاخرى. وعلي ذلك فان الميكروبات التي سوف تصادفنا في دراستنا هنا ماهي الا سلالات (Strains) تتبع انواع (Species) تتبع اجناس (Genera) وهذه الاجناس تتبع عائلات (Families) وكل عائلة قد تضم جنس او اكثر من جنس يشتركون في بعض الصفات كالشكل والمظهر والاحتياجات الهوائية والغذائية وفي داخل الجنس الذي يحتوي علي مجموعة من الانواع المتشابهة في مجموعة من الصفات ثم يتبع النوع مجموعة من السلالات التي تختلف عن بعضها في صفة من الصفات

الدقيقة وعادة تسمى البكتريا باسم الجنس اولا ويبدأ بحرف كبير ثم يتبع ذلك اسم النوع ويبدأ بحرف صغير واذا كان يتبع النوع سلالة فان اسم السلالة يأتي بعد كلمة Subsp. ومثال علي ذلك فان البكتريا *Lactococcus lactis subsp cremoris* تتبع الجنس *Lactococcus* والنوع *lactis* والسلالة *cremoris* مع ملاحظة ضرورة الكتابة بطريقة مائلة كما هو واضح في المثال السابق، او وضع خط تحت اسم كلا من الجنس والنوع .

أسس تقسيم البكتريا

١- الشكل والمظهر:

البكتريا اما ان تكون كروية او عصوية او واوية، والكرويات هذه قد تكون اما مفردة او تتجمع في ازواج او قد تكون في شكل عناقيد او قد تكون في سلاسل وهذه السلاسل قد تكون قصيرة او طويلة. أيضا العصويات قد تكون قصيرة او طويلة او في سلاسل وهكذا وبالتالي فانه يمكن تجميع العصويات في مجموعة والكرويات في مجموعة اخري ويتم التقسيم فيما بينهم علي اسس اخري مثل الصفات الفسيولوجية.

٢- صفات الصبغ:

اكتشف العالم كريستيان جرام عام ١٨٨٤ صبغة تفريقيه يمكن بها تقسيم البكتريا الي قسمين القسم الاول يضم البكتريا التي تظهر تحت الميكروسكوب باللون البنفسجي المزرق وهذه يطلق عليها البكتريا الموجبة لجرام والقسم الثاني البكتريا التي تظهر تحت الميكروسكوب باللون الاحمر وهذه يطلق عليها البكتريا السالبة لصبغة جرام.

٣- الاحتياجات الهوائية:

يمكن تقسيم البكتيريا حسب احتياجها للاكسجين لكي تنمو الي
الاقسام الآتية:

أ - بكتريات هوائية (aerobic): وهي التي لا يمكنها النمو الا في
وجود الهواء او الاكسجين.

ب- بكتريات لا هوائية (anaerobic): وهي التي لا تنمو الا في
غياب الهواء او الاكسجين.

ج- بكتريات لا هوائية اختيارا (facultative): وهي التي تنمو في
وجود او عدم وجود الهواء.

د- بكتريات المحبة للقليل من الهواء: (microaerophilic) وهي التي
تنمو في وجود قليل من الهواء او الاكسجين.

٤- الاحتياجات الغذائية:

يمكن تقسيم البكتيريا حسب احتياجاتها الغذائية الي:

أ- بكتريا ذاتية التغذية: وهذه لها احتياجات غذائية بسيطة تشمل على
مخلوط من الأملاح المعدنية و ثنائي اوكسيد الكربون كمصدر
للكربون.

ب- بكتريا غير ذاتية التغذية: وهذه المجموعة لكي تنمو لابد من توافر
المركبات العضوية كمصدر للكربون والنيتروجين وبعض الفيتامينات
والاملاح وهذه المجموعة هي التي لها علاقة بالصناعات اللبنية.

وتختلف البكتيريا في احتياجاتها الغذائية فبعضها يحتاج الي تواجد
بعض الفيتامينات والاملاح والي وجود بعض المعادن والبعض الآخر
قد يحتاج الي عوامل منشطة مثل وجود بعض الاحماض الدهنية

وهكذا امكن عن طريق تلك الاحتياجات الغذائية التفرقة بين الانواع داخل الجنس الواحد.

٥- تخمير السكريات:

تختلف البكتريا في قدرتها علي تخمير السكريات فقد نجد نوعا يستهلك او يخمر سكر اللاكتوز والجلوكوز والسكروز والجالاكتوز بينما نجد نوعا آخر يستطيع تخمير السكريات السابقة ماعدا الجالاكتوز وبالتالي يكونا الفارق بينهما هو القدرة على تخمير الجالاكتوز والذي يتخذ كصفة تقسيمية بينهما.

٦- التجرثم:

بعض البكتريا يمكنها تكوين جراثيم اذا كانت الظروف المحيطة بها غير ملائمة للنمو وبذلك تصبح اكثر تحملا لهذه الظروف بينما لا يستطيع البعض الآخر تكوين مثل هذه الجراثيم وعليه فانه يمكن استخدام هذه الصفة كأساس للتقسيم. كما في حالة الانواع التابعة لكلا من الجنس *Bacillus*، والجنس *Clostridium*.

٧- الحركة:

بعض البكتريا يمكنها الحركة بواسطة الاسواط Flagella في حين البعض الآخر لا يستطيع ذلك وبناء عليه يمكن استخدام ذلك في تقسيم وتصنيف البكتريا.

وفيما يلي سوف نتناول كل من البكتريا والخمائر والفطريات و ما تتضمنه من اهم الاجناس والانواع التي نهمنا في الصناعات اللبنية .

البكتريا

قسمت البكتريا تبعا لما جاء بالطبعة الأخيرة من كتاب برجي وستكون دراستنا مركزة للانواع والاجناس ذات العلاقة بالالبان .

أولاً: الكرويات الموجبة لصبغة جرام

Gram-Positive Cocci

أفراد تلك المجموعة كرويات موجبة لجرام تختلف في احتياجاتها الهوائية وتشمل الاجناس *Micrococcus & Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*.

١- جنس الـ *Streptococcus*:

وافراد هذا الجنس كرويات توجد في ازواج أو في سلاسل قصيرة أو طويلة تبعا للنوع وظروف التنمية - غير متحركة عادة وغير متجترمة وسالبة لانزيم الكتاليز واحتياجاتها الغذائية معقدة وتخمر الكربوهيدرات منتجة حامض لاكتيك بصفة اساسية وهي لا هوائية اختيارا ودرجة الحرارة المثلى لها حوالي ٣٧°م، واهم الانواع التي تهمننا في صناعة الالبان ما يلي:

- النوع *Streptococcus pyogenes*: وهي تسبب الحمى القرمزية والتهاب الحلق للانسان والتهاب الضرع للحيوان .

- النوع *Streptococcus agalactiae*: وتسبب مرض التهاب الضرع للحيوان وهو يباد بحرارة البسترة .

- النوع *Streptococcus thermophilus*: ودرجة حرارته المثلى تقع ما بين ٣٧ - ٤٥°م ويستخدم في صناعة الجبن السويسري حيث

تستعمل درجة حرارة عالية نوعا في الطبخ كذلك يستخدم كباديء في صناعة اللبن الزبادي ينمو في مدى حراري من ١٩ - ٥٣°م .

- النوع *Enterococcus faecalis*: ويوجد هذا النوع في القناة الهضمية للإنسان والحيوان ومن أهم صفاته هو قدرته على تحمل درجات حرارة مرتفعة نوعا تتحمل ٦٥°م لمدة نصف ساعة كما يمكنه النمو في وجود نسبة ٦,٥ % من كلوريد الصوديوم.

٢- جنس *Lactococcus*:

كان هذا الجنس يتبع الجنس *Streptococcus* وخلاياه كروية مفردة أو في أزواج متجانس التخمر لسكر اللاكتوز-محب للقليل من الهواء وسالب للكتاليز ويدخل افراد هذا الجنس في العديد من البادئات وأهم الانواع التابعة له النوع *Lactococcus lactis subsp. lactis* وبعض افراد هذا النوع تنتج المضاد الحيوي المعروف باسم النيسين ودرجة حرارة نموه المثلى ٣٠ - ٣٢°م وهذا النوع يمكنه النمو على ١٠°م ولا ينمو على ٤٥°م وتستخدم كباديء في صناعة بعض اصناف الجبن والزبد ويمكنها النمو في وجود ٤% كلوريد الصوديوم .

أما النوع *Lactococcus lactis subsp. cremoris* فبعض أفراده تنتج المضاد البكتيري الديبلوكوكين كما انه يدخل كباديء في صناعة الجبن والزبد .

٣- جنس *Leuconostoc*:

وهذا الجنس يشتمل على بكتريا حمض اللاكتيك الكروية المختلطة التخمر *Heterofermentative lactic Streptococci* والتي يمكنها تخمير السكر الى حامض لاكتيك وحامض الخليك وكحول الايثيل و CO₂ هذا علاوة على ان بعض افراده تكون مواد لزجة في

وجود السكروز وافراد هذا الجنس سالبة للكتاليز وتخمّر السترات
منتجة مركبات الطعم والرائحة الداي اسيتيل ، اهم انواع هذا الجنس:

Leuconostoc mesenteroides subsp. Cremoris,
Leuconostoc mesenteroides subsp. mesenteroides

وهما يستخدمان كباديء في صناعة الزبد .

٤- جنس الـ *Micrococcus*:

وخلاياه كروية تتواجد في ازواج او تجمعات غير منتظمة وهي
غير متحركة عادة هوائية اجبارا، غير متجترمة موجبة للكتاليز
ومعظم السلالات تستطيع النمو في وجود ٥% كلوريد صوديوم -
درجة الحرارة المثلى لها بين ٢٥ - ٣٧°م، ومن أهم أنواعها
Micrococcus roseus والتي تلون السطح الغذاء التي تنمو عليه
باللون الأحمر أو اللون القرمزي .

٥- جنس الـ *Staphylococcus*:

وهي كرويات توجد في ازواج او في تجمعات عنقودية غير
متحركة، موجبة للكتاليز، ومعظم الافراد هوائية كما قد تنمو تحت
ظروف لا هوائية في وجود بعض الكربوهيدرات التي يمكن تخميرها.
كما انها يمكنها النمو في ١٠% كلوريد صوديوم، تنمو في مسدي
حراري من ١٨ - ٤٠°م . واهم افراد هذا الجنس
Staphylococcus aureus ممرضة لافرازها بعض السموم
enterotoxins مسببة التسمم الغذائي للانسان، كما تستطيع افراز
انزيم الـ coagulase الذي يخثر بلازما الانسان كما يعتبر احد
الانواع المسببة لمرض التهاب الضرع للحيوان (mastitis) .

٦- جنس *Pediococcus* :

وأفراده كروية موجبة لجرام في أزواج أو في سلاسل قصيرة غير مكونة للجراثيم، سالبة للكتاليز ومحببة للقليل من الهواء ومتجانسة التخمر وترجع أهميتها الي تحملها لدرجة عالية من الملوحة وأهم أنواعها *Pediococcus acidilactici* ويتواجد في الاجبان المخلة ..

٧- الجنس *Enterococcus* :

وخللاياه كروية موجبة لجرام مفردة أو في أزواج أو سلاسل لا هوائية اختياراً، سالبة للكتاليز وتنمو في ٦,٥% كلوريد صوديوم وتعتبر هذه الصفة مميزة له عن بعض الاجناس الاخرى كالجنس *Lactococcus, Streptococcus* وأفراد هذا الجنس مخوية المصدر حيث انها من الفلورا الطبيعية في الامعاء وتلعب دوراً هاماً في حياة الانسان في منع الكثير من الميكروبات المرضية الغازية من النمو لذلك فان الابحاث الحديثة تتجه الي محاولة استخدام بعض سلالاتها التابعة للأنواع *Enterococcus faecium, Enterococcus faecalis* ضمن بادئات صناعة الالبان .

ثانياً: العصويات الموجبة لجرام غير المتجرثمة المنتظمةRegular, Non-sporing Gram positive rods

وهذا القسم يضم الجنس *Lactobacillus* وجنس الـ *Listeria*

١- جنس *Lactobacillus* :

ويعتبر هذا الجنس من اهم الاجناس ذات العلاقة بالصناعات اللبنية وأفراده عصويات مفردة أو في سلاسل سالبة للكتاليز، بعض افراده تخمر اللاكتوز منتجاً حامض لاكتيك كناتج أساسي ويطلق عليها *Homofermentative lactic acid bacteria* أي البكتيريا

التخمر بينما بعض الافراد تخمر السكر وتنتج حامض لاكتيك بالاضافة

الي الاحماض العضوية الاخرى بكميات كبيرة ولذلك يطلق عليها
البكتيريا المختلطة التخمرية
Heterofermentative lactic acid bacteria واحتياجاتها
الغذائية معقدة واهم انواع هذا الجنس النوع
Lactobacillus delbruceckii subsp. bulgaricus درجة
حرارته المثلى ٤٥ °م ويستعمل مبع النوع
Streptococcus salivarius subsp. thermophilus كبادي في
صناعة اللبن الزبادي كما يستخدم في صناعة اللبن البلغاري المتخمير.

- النوع *Lactobacillus acidophilus*:

ويدخل هذا النوع في صناعة اللبن المتخمر والمعروف باسم اللبن
الاسيدوفلي والذي يعتبر ذات قيمة نظرا لمقدرة هذا النوع على تحمل
التوتر السطحي المنخفض المشابهة للأمعاء حيث انه من الانواع
المتوطنة بالامعاء كما ان هذا النوع يدخل حاليا بجانب البادئات
التقليدية في العديد من المنتجات اللبنية بقصد تحسين خواصها
الصحية. ودرجة الحرارة المثلى لهذا النوع ٣٧-٤٠ °م.

- النوع *Lactobacillus helveticus*:

ويدخل كبادي في صناعة الجبن السويسري حيث يتحمل حرارة
طبخ الخثرة المرتفعة ويستطيع النمو على ٤٨ °م.

- النوع *Lactobacillus casei*:

درجة حرارته المثلى ٣٠ °م ويتحمل درجات مرتفعة من الحموضة
وهي تدخل كبادئات مستخدمة في صناعة الجبن كما ان بعض انواعه
صفة صحية للانسان وتتوطن بالامعاء .

٢- جنس *Listeria*:

أفراد هذا الجنس عصويات قصيرة قد تكون منحنية وتتواجد مفردة
او في سلاسل متحركة، هوائية او لا هوائية اختيارا، موجبة الكتاليز

ولا تنمو علي أقل من pH ٥ واهم الانواع التي تتبع هذا الجنس هو النوع *Listeria monocytogenes* وافراد هذا النوع ممرضة للإنسان حيث انها تسبب الالتهاب السحائي والاجهاض، والخطورة في هذا النوع انها تستطيع النمو علي درجات الحرارة المنخفضة وبالتالي فان تلوث اللبن او منتجاته بافراد هذا النوع يزيد من اعدادها اثناء التخزين علي درجات الحرارة المنخفضة، ولذلك يجب ان يتم بسترة اللبن بصورة جيدة، وافراد هذا النوع تتحمل نسب عالية من ملح الطعام ودرجة حرارته المثلي ٣٧°م.

ثالثا: العصويات الهوائية السالبة لجرام

Gram-Negative Aerobic Rods

ويهمنا تحت هذا القسم الجنس *Pseudomonas* وافراد هذا الجنس عصويات متحركة سالبة لجرام وتستطيع بعض الافراد ان تفرز بعض الاصباغ والتي تذوب في البيئة وينتج عنها الوانا مميزة كما انها تنمو علي درجات الحرارة المنخفضة. ووجود هذه البكتريا في اللبن ومنتجاته غير مرغوب فيه اذ ان لها نشاط قوي في تحليل الدهون والبروتين مما يؤدي الي ظهور الطعم المتزنخ في الزبد ومن اهم الانواع التي تتبع هذا الجنس *Pseudomonas fluorescens* والذي يفرز صبغات و *Pseudomonas fragi* والذي يحلل دهن اللبن فيسبب تزنخه .

رابعا: العصويات السالبة لجرام اللاهوائية اختيارا

Facultatively Anerobic Gram-Negative Rods

وهذا القسم يضم العائلة *Enterobacteriaceae* وافراد هذه العائلة عصويات سالبة لصبغة جرام لا هوائية اختيارا وغير مكونة للجراثيم ويهمننا في هذه العائلة الاجناس الآتية:

١- الجنس *Escherichia*:

وافراد هذا الجنس عصويات قصيرة متحركة، تخمر اللاكتوز منتجة حمض و غاز وهو عبارة عن H_2 , CO_2 بنسبة ١:١. وتستوطن هذه البكتريا القناة الهضمية للانسان والحيوان ولذلك فان وجودها في اللبن او المنتج اللبني يدل علي الانتاج الغير نظيف حيث ان وجودها في اللبن او منتجاته يؤدي الي:

أ - ظهور ثقب في الجبن المصنعة من لبن ملوث بها.

ب- ظهور طعوم وروائح غير مرغوبة في الناتج اللبني.

ويمكن تجنب ظهور هذه المشاكل بساجراء بسترة اللبن المعد للصناعة حيث انها لا تقاوم حرارة البسترة ومن اهم الانواع التي تمثل هذا الجنس هو النوع *Escherichia coli*.

٢- الجنس *Enterobacter*:

وافراد غير متحركة هذا الجنس ينتج حموضة اقل من الجنس السابق ويخمر اللاكتوز منتجة حمض وغاز الا ان نسبة غاز CO_2 : H_2 تكون ١:٢. ويمثل هذا الجنس النوع *Enterobacter aerogenes*.

٣- الجنس *Shigella*:

افراده عصويات قصيرة غير متحركة - تخمر السكريات منتجة حمض بدون غاز وهي ممرضة للانسان حيث يسبب النوع *Shigella dysenteriae* الدوسنتاريا البكتيرية للانسان.

٤ - الجنس *Salmonella*:

افراده متحركة وغير مخمرة لسكر اللاكتوز ممرضة للإنسان حيث يسبب النوع *Salmonella typhi* مرض التيفود، النوع *S. typhimurium* يسبب التسمم الغذائي للإنسان .

خامساً: العصويات والكرويات المكونة للجراثيم الموجبة لجرام
Endospore-forming Gram-positive Rods and Cocci

وافراد. هذا القسم تتميز بتكوين جراثيم وذلك عند عدم توافر الظروف الملائمة للنمو كالتعرض لدرجات حرارة مرتفعة واهم الاجناس التابعة لهذا القسم هي:

١- جنس *Bacillus* :

وافراده عصويات متجربة - هوائية وموجبة لاختبار الكتاليز وبعض الافراد لها قدرة عالية علي تحليل البروتين ودرجة الحرارة المثلي للنمو تقع في مدي واسع واهم انواع هذا الجنس *Bacillus cereus*. وهذه تمتاز بشدة تحليلها لبروتين اللبن وبعضها مفرز للسموم مسببة تسمم غذائي كما ان النوع *Bacillus coagulans* يسبب التجبن الحلو للبن نتيجة لافرازه بعض الانزيمات المجبنة له بدون تكوين حموضة به.

٢- جنس *Clostridium*:

وافراده لاهوائية وسالبة للكتاليز، تخمر السكريات منتجة حمض البيوتريك والخليك و CO_2 و H_2 وبعض سلالاته مرضية للإنسان وبعضها مفرز للسموم ويسبب التخمر الغازي المتأخر في الجبن الجافة لذلك فان الكشف عن تواجده في اللبن المعد لتصنيع الجبن يعتبر من الاهمية وذلك لتجنب تلف الجبن. ومن اهم انواعها:

- النوع *Clostridium botulinum* وهذا النوع ينتج سبع انواع من السموم يطلق عليها A, B, C, D, E, F and G وتسبب ما يعرف بالتسمم البوتشيوليني أو البوتوليوني.

- النوع *Clostridium perfringens* وهو ايضا يقوم بافراز بعض السموم كما ينتج كمية وفيرة من الغاز، ويسبب التخمر في الاجبان. ودرجة الحرارة المثلي ٣٧م.

- النوع *Clostridium butyricum* عزل اول مرة من الاجبان المنتفخة، ويوجد اساسا في التربة ودرجة حرارته المثلي ٣٧ م.

سادسا: العصويات الغير منتظمة وغير المتجرثمة الموجبة لجرام

Irregular, Non sporing, Gram-positive Rods

وهذا القسم يشتمل علي الاجناس المنحنية الموجبة لجرام وهي:

١- الجنس *Corynebacterium*:

ومن اهم الانواع التي تتبع هذا الجنس:

- النوع *Corynebacterium diphtheria* وهو سهل ابادته بالبسترة ويسبب الدفتريا.

- النوع *Corynebacterium pyogenes* وهي احدي الميكروبات المسببة لالتهاب الضرع في الحيوان.

٢- الجنس *Brevibacterium*:

وافراده عصويات قصيرة جدا هوائية او لا هوائية اختيارا ويهمننا

منها النوع *Brevibacterium linens* وهي هوائية - تفرز انزيم

الكتاليز. وتباد بسهولة بحرارة البسترة (٦٣ م/ نصف ساعة) ونهشي

تلعب دورا هاما في تسوية بعض اصناف الجبن مثل الجبن القالب

وذلك لقدرته علي افراز بعض الانزيمات المحللة للبروتين كما ان

افراد هذا النوع تعيش معيشة تكافلية مع بعض الخمائر علي سطح الجبن.

٣- الجنس *Propionibacterium*:

ان البكتريا المنتجة لحمض البروبيونيك وافراده عصوية او كروية. تخمر حامض اللاكتيك، الكربوهيدرات منتجة حامض البروبيونيك وحامض خليك وكمية محسوسة من ثاني اكسيد الكربون التي تسبب تكوين النقوب والعيون في الجبن السويسري والنوع الممثل له *Propionibacterium freudenreichii* حيث تستخدم كباديء في صناعة الجبن السويسري.

٤- الجنس *Bifidobacterium*:

وخللاياه عصوية تميل الي الانحناء تخمر السكريات منتجة حمض خليك وحامض لاكتيك بنسبه ٢:٣ وسالبة للكتاليز ولهذه البكتريا اثر صحي جيد عند استخدامها في صناعة بعض الالبان المتخمرة. حيث تزيد من محتواها من فيتامين B₁₂ واهم الانواع التابعة له *Bifidobacterium bifidus*.

The Mycobacteria

ومن اهم الاجناس التي تتبع هذا القسم جنس *Mycobacterium* وافراده عصويات قصيرة، موجبة لجرام، غير مكونه لجراثيم، هوائية وهي من اكثر الميكروبات المقاومة لدرجات الحرارة علي الصورة الخضرية ومن اهم الانواع التي تتبع هذا الجنس النوع *Mycobacterium tuberculosis* وهو ميكروب يسبب مرض السل الا انه يباد بحرارة البسترة عندما تتم بكفاءة. وقد اتخذت درجة الحرارة والوقت اللازم لآبادة هذا النوع كدرجة قياسية للبسترة.

٢- الخمائر

في الصناعات اللبنية يمكننا تقسيم الخمائر الي:

١- الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز وهذه تنقسم الي:

(أ) الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز وتنتج كحول وغاز واهمها
الانواع الآتية:

النوع *Kluveromyces bulgaricus*

النوع *Brettanomyces claussenii*

النوع *Candida kefir*

(ب) الانواع التي تخمر اللاكتوز وايضا تخمر الدهون واهمها النوع

Candida lipolytica وهي تفرز انزيم الليباز وتستطيع تحليل

الدهون عن ٦,٥ وتستعمل في تسوية الجبن الروكفور.

٢- خمائر غير مخمرة لسكر اللاكتوز:

وتعزل هذه المجموعة من القشدة والزبد وافرادها تباد بسهولة

بحرارة البسترة.

٣- الفطريات

ويهمنا منها الانواع الآتية في صناعة الالبان:

١- النوع *Rhizopus nigricans* يسبب تبقع الزبد باللون الاسود
الغامق.

٢- النوع *Mucor mucedo* يسبب تبقع الزبد باللون الاسود.

٣- النوع ويعرف بفطر *Geotricum candidum* ويعرف بفطر اللبن

الابيض وهو ينمو علي اسطح المنتجات اللبنية ذات الحموضة

المرتفعة كالقشدة الحامضية والالبان المتخمرة.

- ٤- النوع *Aspergillus niger* ينمو علي اسطح الكثير من اصناف الجبن في حجرات التسوية.
- ٥- النوع *Aspergillus repens* وهو مسئول عن تكوين الأضرار في الالبان المكثفه المحلاة.
- ٦- النوع *Penicillium roqueforti* يستخدم في صناعة الجبن ذو العروق الزرقاء.
- ٧- النوع *Penicillium camemberti* يستخدم في تسوية الجبن الكامبرت.

انتشار الامراض والتسمم الغذائي بواسطة اللبن ومنتجاته

تنتقل الامراض عموما الي اللبن ومنتجاته عن طريق مصدرين اساسيين هما:

(أ) الامراض التي تنتقل عن طريق الحيوان الحلوب وهي:

١- مرض السل ويسببه: بكتريا *Mycobacterium tuberculosis*.

٢- مرض التهاب الضرع ويسببه:

Staphylococcus aureus, Streptococcus agalactiae, Streptococcus pyogenes, Escherichia coli.

٣- الحمى المالطية ويسببها: *Brucella abortus* والحمى المتقطعة.

ويسببها: *Brucella suis*

٤- الحمى القلاعية ويسببه فيروس يصل الي اللبن من الحيوان ثم يصل بعد ذلك الي المنتجات اللبنيه الاخرى.

٥- التسمم الغذائي ويسببها: *Staphylococcus aureus* و

Clostridium botulinum.

٦- الدفتريا ويسببها: *Corynebacterium diphtheria*

٧- الحمى الفحمية ويسببه: *Bacillus anthracis*.

- ٨- حمي كيو وتسببها: *Coxiella burnetii*.
 (ب) الأمراض التي تنتقل مباشرة أو غير مباشرة من الإنسان:
 ويقصد بالانتقال المباشر تلوث اللبن من الإنسان المصاب أو حامل
 المرض أما الانتقال غير المباشر فيقصد به تلوث اللبن من الأواني أو
 الأدوات المستخدمة في تداول اللبن.
 * وأهم هذه الأمراض:

- ١- الحمي القرمزية ويسببها: *Streptococcus pyogenes*.
- ٢- حمي التيفود ويسببها: *Salmonella typhosa*.
- ٣- حمي الباراتيفود ويسببها: *Salmonella paratyphi*.
- ٤- التهاب السحائي ويسببه: *Listeria monocytogenes*.
- ٥- التسمم الغذائي ويسببه: *Staphylococcus aureus* و
Clostridium botulinum.
- ٦- الدوسنتريا البكتيرية ويسببها: *Shigella dysenteriae*.

ميكروبيولوجيا إنتاج اللبن في المزرعة

يحدث أثناء إنتاج و تداول اللبن الخام في المزرعة أن الكثير من
 المجاميع الميكروبية تصل إليه بأعداد تتوقف على مدى الاعتناء
 بالإنتاج ونظافته، ومثل هذه الكائنات تجد في اللبن أنسب البيئات
 لنموها وتكاثرها وأهم مصادر تلوث اللبن في المزرعة هي:
أولاً: مصادر أساسية:

أ - الحيوان الحلوب كمصدر للتلوث:

(١) ميكروبات داخل الضرع:

تتواجد في ضرع الحيوان السليمة بعض المجاميع الميكروبية وهذه
 تعمل على زيادة المحتويات الميكروبية في اللبن الخام الناتج أو قد

تكون مصدراً هاماً لزيادة مجاميع ميكروبية معينة تسبب الكثير من المشاكل خاصة تلك المقاومة للحرارة اهم الميكروبات التي توجد طبيعياً داخل الضرع بعض الانواع من *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus*.

(٢) ميكروبات خارج الضرع:

تصل العديد من الكائنات الى اللبن بعد حلبه من الهواء والروث والتربة لذلك يلزم العناية بتنظيف وتطهير الضرع قبل وبعد الحلبه.
(٣) ميكروبات الضرع المرضية:

تعتبر الميكروبات المسببة لمرض التهاب الضرع mastitis هي اكثر الميكروبات اصابة لضرع الحيوان الحلوب خاصة عاليه الادرار واهمها:

Streptococcus pyogenes, *Streptococcus agalactiae*,
Staphylococcus aureus, *Staphylococcus epidermidis*,
Escherichia coli, *Enterobacter aerogenes*,
Mycoplasma.

هذا ويعتبر مرض السل والحمى المالطية والحمى القلاعية من اهم الامراض التي تصيب الانسان عن طريق الحيوان الحلوب.
(٤) جلد الحيوان:

يسبب وصول المجاميع الميكروبية الموجودة علي جلد الحيوان والموجودة في التربة وفرشه الحيوان الي اللبن زيادة المحتوي الميكروبي له فمن التربة تنقل الكثير من انواع الجنس *Bacillus* ومن فرشه الحيوان افراد الجنسين *Bacillus*, *Enterobacter* ومن مياه الترع والانهار افراد الجنس *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Achromobacter* يجب العناية الكاملة بنظافة جلد الحيوان.

ب - الآلات والادوات كمصدر للتلوث:

الآلات والادوات المستخدمة في انتاج اللبن بالمزرعة دورا هاما في صفات اللبن الميكروبية فاذا لم يهتم بتنظيف وتطهير الاجهزة عملت علي زيادة المحتويات الميكروبية زيادة واضحة عند ملامسة اللبن لها.

- واهم الميكروبات التي تصل عن طريق الادوات هي:

سلالات تابعة لـ

Lactococcus lactis spp. *Lactis*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*

كذلك تكون ادوات المزرعة مصدر لتلوث اللبن بسلالات البكتريا المكونه للحالة الخيطية وخاصة: *Alcaligenes viscolactis* وقد تم عزل بعض الانواع التابعة للاجناس *Microbacterium & Micrococcus* من صفائح اللبن بالمزرعة. لذلك يجب الاهتمام بتنظيف الآلات والادوات بالمزرعة باستخدام مواد منظفة مناسبة والاهتمام بعملية تطهير هذه الآلات والادوات باستخدام:

١- الحرارة: حيث تستخدم الماء الساخن او الهواء الساخن او البخار (٧٦,٧ °م علي الاقل لمدة ٥ ق).

٢- الكيماويات: حيث تستخدم مركبات الكلور خاصة الهيبوكلوريت بتركيز ١٥٠-٢٠٠ جزء/مليون.

واكثر المطهرات استعمالا هي مركبات الامونيوم الرباعية حيث انها ثابتة في الصورة المخففة والمركزة ولا تسبب تآكل المعادن. كذلك يجب العناية بتنظيف وتطهير آلات الحليب، حيث يستخدم منظف قلوي بتركيز معين مع العناية بتركيز بتنظيف وتطهير الاجزاء المطاطية لآلة الحليب الميكانيكية. وتعتبر البكتريا المقاومة للحرارة والتابعة لجنس *Micrococcus* اكثر الافراد تواجدا في آلات الحليب

— اما افراد الجنس *Pseudomonas* فتوجد باعداد كبيرة في الاجزاء المطاطية.

ثانياً: مصادر اخري للتلوث:

١- الحلابون:

قد يكون الحلاب مصاب بأمراض تنتقل الي الحيوان السليم او تنتقل الي اللبن ومنه للمستهلك فأصابة ايدي الحلابين بالمزارع تسبب اصابة ضرع الحيوان ومنها تنتقل البكتريا المرضية الي اللبن. كذلك قد يكون الحلاب حاملاً لميكروبات التيفود او الدفتريا او الكوليرا او التهاب الحلق فكلها تصل الي اللبن ايضا.. واغلب الميكروبات الهوائية الموجودة علي ايدي الحلابين تتبع الجنس *Micrococcus*.

٣- الحظائر:

لعملية انشاء الحظائر اثر علي صحة الحيوان وعلي صفات اللبن الناتج من مثل هذه الحيوانات حيث تنتشر الامراض بسرعة بين الحيوانات وذلك عن طريق الذباب وعدم التهوية الجيدة وعدم التخلص من الفضلات بالحظائر.

٣- الذباب:

وهو من اخطر العوامل التي تساعد علي زيادة المحتويات الميكروبية للبن، علاوى علي احتمال وصول الكثير من الميكروبات المرضية عن طريقه حيث ان الذباب ينقل مرض التيفود وغيره من الميكروبات الممرضة المعوية، وتحمل افراد تابعة للاجناس *Salmonella, Clostridium, Bacillus* ، وبكتريا الكوليفورم *Coliforms*.

٤- جو حجرة الحليب:

تسبح في الهواء ذرات دقيقة من الغبار قد تكون محملة بالعديد من الميكروبات خاصة افراد الجنس *Bacillus, Micrococcus* يجب الاهتمام بنقاوة جو حجرة الحليب الي جانب جو حظائر الحيوانات.

ميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته

أولاً: ميكروبيولوجيا اللبن السائل

اثر العمليات التصنيعية على المحتويات الميكروبية:

علي الرغم من ان اللبن من احسن واكمل الاغذية الا ان يعتبر من اخطر مصادر انتقال وانتشار الامراض. هذا وتعتبر بسترة اللبن او تعقيمه هي الطريقتان المستعملتان تجارياً لانتاج لبن سليم ولذلك سنتعرض للحديث عن المعاملات الحرارية التي يتعرض لها اللبن وهي:

أ - بسترة اللبن:

تعتبر البسترة اكثر المعاملات الحرارية للبن انتشاراً وتتم عملية البسترة اما بالطريقة البطيئة وفيها يتم تسخين كل قطرة اللبن علي درجة $61,7^{\circ}\text{C}$ لمدة نصف ساعة مع التقليب المستمر ثم يبرد فجائياً لدرجة $4,4^{\circ}\text{C}$ أو بالطريقة السريعة حيث يتم تسخين كل قطرة اللبن الي درجة $71,6^{\circ}\text{C}$ لمدة ١٥ ثانية والتبريد لدرجة $4,4^{\circ}\text{C}$.

وتعتبر البكتيريا المقاومة للحرارة من اكثر البكتريات الموجودة في اللبن بعد بسترته وتحدد اغلب الدول العدد الكلي للبكتريا في اللبن المبستر بحيث لا يزيد عن ٢٥-٢٠٠ ألف خلية/١ مل، اما بكتريا الكوليفورم فيجب ان تكون غير موجودة في ٠,١ مل.

ب - تعقيم اللبن (تعقيم تجارياً) :

يقصد بالتعقيم التجاري تسخين كل قطرة اللبن علي درجة 150°C لمدة ٢-٤ ثواني ثم التبريد. ويعرف التعقيم المستخدم باسم التسخين فوق العالي (UHT) واهم البكتريا التي تقاوم حراره التعقيم التجاري

هي البكتريا المتجرثمة الهوائية التابعة للجنس *Bacillus* واللاهوائية التابعة للجنس *Clostridium*.

ج - غلي اللبن:

وهي الطريقة المستخدمة في المنازل لاطالة فترة حفظ اللبن والتخلص مما قد يوجد فيه من ميكروبات مرضية ويجب ان تتم في حمام مائي مع التقليل المستمر وتكسير الرغوي والغلي لمدة لا تقل عن ٥ دقائق ثم التبريد. وتعتبر جرثيم البكتريا التابعة للجنس *Bacillus* هي الاكثر مقاومة لحرارة الغليان.

ثانيا: ميكروبيولوجيا المنتجات الدهنية

١- ميكروبيولوجيا القشدة:

يتم انتاج القشدة المعدة لصناعة الزبد بالترقيد او بالفرز وتتميز القشدة المحضرة بطريقة الفرز بانخفاض محتواها من الميكروب وكذلك حموضتها بالمقارنة بتلك المعدة بطريقة الترقيد والتي تحتاج الي اكثر من ٤٨ ساعة لانفصال القشدة عن اللبن وتسمى الاولى بالقشدة الحلوة اما الثانية فتسمى بالقشدة الحامضية .

واهم الميكروبات السائدة في القشدة هي: المتجرثمة اللاهوائية المحللة للدهون خاصة بعض افراد *Clostridium* وبعض الخمائر المحللة لسكر اللبن والاخري غير المحللة لسكر اللبن وخمائر محلله للسكر ودهن اللبن مثل *Candida lipolytica* وبعض الفطريات واهمها: *Geotricum Candidium* وبعض البكتريا العصوية السالبة لجرام و المحللة للدهون التابعة لجنس *Pseudomonas*.

٢- ميكروبيولوجيا الزبد:

نظرا لتركيب الزبد المميز فانه يكون بيئة غير مناسبة لنمو الكثير من الميكروبات. وللعمليات التصنيعية اثر علي محتويات الزبد الميكروبيه: فمعادلة حموضة القشدة لا تعمل علي زيادة المحتوي الميكروبي لها - وتلعب الاجهزة المستخدمة في الصناعة دورا هاما في تلوث الزبد اذا لم يعتني بتنظيفها وتطهيرها. وعادة ما يستخدم باديء مكون من *Leuconostoc mesentroides, Lactococcus lactis* في صناعته وتعمل اضافة باديء الزبد علي زيادة محتويات الزبد من المركبات المسئولة عن طعمه ورائحته وأساسا تتكون من الداي اسيتايل والاسيتايل ميثايل كربينول.

ولعملية الخض بعض الاثر علي المحتويات الميكروبية للزبد فنجد انها تسبب تكسير المجاميع البكتيرية التي توجد وبذلك يتاثر العد القياسي. اما المحتوي الميكروبي للزبد فانها تتفاوت بدرجة كبيرة وتتوقف علي طريقة الصناعة ومراعاة الشروط الصحية والهجينة. وهناك العديد من العوامل المؤثرة علي مدي نمو الميكروبات في الزبد مثل: الحالة الطبيعية للزبد، مدي دقة وعملية التشغيل ونسبة الرطوبة به ونوع التعبئة وكذلك نسبة الملح به ودرجة حرارة التخزين. العوامل المسئولة عن عيوب الزبد:

تلعب البكتريا والفطريات واحيانا الخمائر دورا اساسيا في تسدهور الزبد وقد يلعب الهواء والحموضة والمعادن دورا هاما في فساد الزبد وكذلك للانزيمات بعض الاثر في تدهور الزبد. العيوب الميكروبية للزبد:

١- النكهة العفنة: ويسببه: *Pseudomonas putrefaciens*.

٢- التزنخ: ويسببه: *Pseudomonas fragi*.

٣- الطعم السمكي : ويسببه: بعض الافراد
Pseudomonas fluorescens

٤- نكهة المولت: ويسببه:

Lactococcus lactis var maltigenes

٥- التلون بالفطريات: والكائنات المسؤولة عن هذا العيب هي أنواع
 تابعة للفطريات *Mucor, Rhizopus, Aspergillus, Cladosporium* وهي تسبب
 ظهور البقع السوداء والبنية أما البقع الخضراء: فتسببها أفراد تابعة
 الجنس *Penicillium*

٦- التلون بالبكتريا: وتسببه: بعض افراد الجنس
Pseudomonas

٧- نكهة الجبن: يرجع ذلك لنشاط بعض افراد الجنس
Lactobacillus

ثالثا: ميكروبيولوجيا المثلوجات اللبنية

يعتبر اللبن ومنتجاته المكونات الرئيسية المستعملة في صناعة
 المثلوجات اللبنية وللمكونات المستخدمة في تجهيز المثلوجات اثر علي
 محتوياتها الميكروبية ولذلك فإن لكل خطوة من خطوات الصناعة اثر
 علي هذه المحتويات.

- اثر المكونات علي المحتويات الميكروبية للمثلوجات اللبنية:

فالقشدة تتراوح الاعداد الميكروبية بها حسب طرق انتاجها وتعمل
 بستر القشدة علي افلال محتوياتها الميكروبية بشكل واضح. وقد
 يسبب اللبن المجفف او المركز الذي يضاف زيادة المحتويات
 الميكروبية للمخلوط. وللمثبتات تأثير ثانوي علي تلوث المثلوجات

اللبنية - اما مواد التحلية فتلعب دورا كبيرا في تغيير الصفات الميكروبية للمخلوط.

وقد تسبب الفاكهه والمكسرات ومواد الاستحلاب زيادة في الاعداد الميكروبيه له.

- اثر المعاملات التصنيعية علي المحتويات الميكروبيه للمثلوجات :

المحتويات الميكروبيه لكل مكون من مكونات المثلوج اللبني توجد في المخلوط النهائي فالبسترة تقلل المحتوي الميكروبي اما التجنس فيزيد المحتوي - واثناء عملية التعتيق لا يحدث تغير واضح في المحتويات الميكروبية - وقد يباد جزء من الميكروبات اثناء تجميد المخلوط - وفي مرحلة التعبئة والتخزين فان يحدث انخفاض تدريجي في الاعداد الميكروبية.

وقد امكن عزل انواع تابعة للاجناس

Lactococcus, Pseudomonas, Streptococcus,
Corynebacterium, Micrococcus, Alcaligenes,
Escherichia, Enterobacter.

وخمائر من عينات مثلوجات لبنية.

رابعا: ميكروبيولوجيا الالبان المجففة

تعتبر الالبان المجففة من اقل المنتجات اللبنية تعرضا للتلوث الميكروبي - وهناك طريقتان لتجفيف الالبان: طريقة الرشاش وطريقة الاسطوانات - ويتعرض فيها اللبن لمعاملات حرارية قاسية تعمل علي اباداة غالبية الميكروبات بجانب انخفاض نسبة الرطوبة بها.

وتحتوي الالبان المجففة علي مجموعة محدودة من الاحياء الدقيقة والتي قاومت اصلا المعاملات الحرارية في الصناعة وقد تم عزل بعض انواع الاجناس

Streptococcus, Bacillus, Lactobacillus, Micrococcus, Clostridium من عينات الالبان المجففة.

خامسا: ميكروبيولوجيا الالبان المكثفة

(١) الالبان المكثفة المبخرة (غير المحلاة):

أثر خطوات صناعة اللبن المبخر على صفاته الميكروبية:

يتم تبريد اللبن لدرجة $4,4^{\circ}\text{C}$ مباشرة لحين تصنيعه ثم يسخن تسخين ابتدائي إلى $93,4^{\circ}\text{C}/20$ ق حيث تباد كل الاحياء المرضية او الغير متجرثمة وبعض المتجرثمة غير المقاومة لتلك الحرارة - يتبع ذلك عملية التبخير على درجة $49-54^{\circ}\text{C}$ وليس لهذه المعاملة تأثير ابادي على الاحياء الدقيقة والتي قاومت حرارة التسخين المبدئي - يلي ذلك التجنيس حيث يتم تفتيت الكتل الميكروبية وبذلك يزيد العد القياسي للاطياق - يلي ذلك التبريد والتعليب والتعقيم على درجة $118^{\circ}\text{C}/14-18$ دقيقة ويمكن التحكم في عدم ظهور العيوب الميكروبية للبن المتخمر باستخدام لبن خام ذو صفات ميكروبية جيدة.

وهناك سببان رئيسيان للعيوب الميكروبية في اللبن المبخر هما:

أ - مقاومة بعض الجراثيم لحرارة التعقيم والتي تسبب العيوب التالية:

١- تكون الغازات: وتسببه: افراد *Clostridium*.

٢ - الحرارة: وتسببه: افراد *Bacillus subtilis* مثل *Bacillus*.

٣ - الروائح العفنة: وتسببه: افراد *Clostridium*.

٤ - التخثر: وتسببه: افراد *Bacillus* مثل

B. Coagulans, B. megatherium.

ب - وصول بعض بكتريا إلى العلب بعد قفلها نتيجة التفيس وتسبب العيوب التالية:

١- تكوين الغازات: وتسببه: افراد *Escherichia*; *Enterobacter*.

٢- التخثر: وتسببه افراد *Streptococcus, Lactococcus*.

(ب) الالبان المكثفة المحلاة:

وتتم صناعة هذا المنتج بتسخين اللبن مبدئيا لحرارة ٨٢-١٠٠°م/١٠-٢٠ دقيقة ثم يضاف له السكر ويعمل السكر علي بلزمة بعض الاحياء الدقيقة التي تكون قد قاومت حرارة التسخين الابتدائي - ثم عملية التكتيف بالتسخين علي ٥٧,٢°م تحت تفريغ يكتف تحت التفريغ لنسبة ٢,٥ : ١ تقريبا او ثلث الحجم الاصلي ويحتوي علي ١٨% سكر من اللبن قبل التكتيف. وعادة فان اعداد الميكروبات عند هذه المرحلة لا تزيد عن بضع مئات للجرام الواحد ثم يبرد اللبن الى ٢٠°م ويغبا ويجب الاهتمام بعمليات التنظيف والتطهير اثناء الصناعة.

وتتلخص العيوب التي تظهر في الالبان المكثفة المحلاة في الآتي:

١- تكوين الغازات: وتسببها بعض الخمائر المخمرة لسكر السكروز مثل *Torulopsis* وبعض بكتريا الكوليفورم.

٢- تكوين الثخانة: وتسببه بعض افراد *Micrococcus* التي تتحمل للتركيز العالي من السكروز.

٣- التلوث الفطري: حيث يتكون عيب الازرار ويسببه *Aspergillus repens & Aspergillus glaucus* وقد يتلوث بفطريات اخري مثل *Cladosporium SPP. Penicillium SPP.*

٤- نكهه الفاكهه: ويسببها افراد تابعة للجنس *Micrococcus*.

٥- النكهه العفنة (القدرة): ويسببها افراد تابعة للجنس *Escherichia*.

Enterobacter.

البادئات Starters

قبل بضعة قرون لم يكن الانسان علي علم بعالم الميكروبات ولكنه اكتشف بالصدفة ان ترك اللبن علي درجة حرارة دافئة ادت الي تخثره وتكون منتج مقبول الطعم يميل الي الحموضة كما اكتشف ايضا ان اللبن قد تخثر عند حفظه في قرب جلديه مصنوعة من امعاء الحيوان وعن طريق اختلاف الفكر الانساني في شتي المجالات واختلاف الظروف البيئية وعامل الصدفة ايضا نشأت آلاف الاصناف من المنتجات اللبنية تختلف في صفاتها الطبيعية والحسية.

ولقد اكتشف الانسان انه يمكن اسراع الحصول علي النواتج اللبنية اذا اضاف جزءا من الناتج المصنع الي اللبن المعد للصناعة فبدأت بذلك اول فكرة عن البادئات ولم يكن الانسان في هذا الوقت يعلم بأنه هذا الجزء ماهو الا مركز من الميكروبات المسئولة عن الصفات الطبيعية والحسية لهذا المنتج ولكنه ظل يستخدمها وعرفت فيما بعد بالبادئات الطبيعية. وباكتشاف عالم الكائنات الدقيقة عكف علماء الاغذية علي عزل الميكروبات السائدة في المنتجات اللبنية ودراسة دورها في صفات المنتج اللبني وامكانية اعداد توليفات منها تحتوي علي نوع او اكثر من الميكروبات والتي غالبا ماتتبع البكتريا لتصنيع منتج موحد الصفات والذي من الصعب تحقيقه في حالة استخدام البادئات الطبيعية لاختلاف المحتوي الميكروبي له تبعا لظروف الانتاج والبيئة. ويعود استخدام البادئات في الصناعات اللبنية ال العالم Hansen عام ١٨٧٩ حيث كان اول من استخدم المزارع النقية من البكتيريا.

تعريف البادئات:

مما سبق نجد ان البادئات عبارة عن مزارع ميكروبية تضاف عمدا الي اللبن الداخل في صناعة المنتج اللبني لاكتسابه الصفات المميزة له وتشتمل علي قسمين:

١- بادئات طبيعية Natural starters: وتسود فيها الميكروبات المسؤولة عن صناعة المنتج اللبني بالاضافه الي قليل من الميكروبات الاخرى الموجودة طبيعيا باللبن ولذلك فانه تتوقف صفات المنتج اللبني علي المحتوي الميكروبي و الميكروبات الملوثة.

٢- بادئات صناعية Artificial starters: وهي عبارة عن خلطات من مزارع ميكروبية نقية قد تحتوي علي نوع أو اكثر من الميكروبات المعروف كقيمتها وصفاتها وبالتالي فانه يمكن التحكم في صفات المنتج اللبني الناتج وتوحيد صفاته وتوجد هذه البادئات علي عدة صور تجارية تنتجها العديد من الشركات المتخصصة في انتاج تلك البادئات وهي:

أ- مزارع سائلة Liquid starters: حيث يكون الباديء منحي في بيئة سائلة وعلي حالة نشطة ولكن لا يمكن الاحتفاظ بها مخزنة علي درجة حراره الثلاجة لمدة تزيد عن اسبوعين.

ب- مزارع جافة Dried starters: حيث تكون البادئ صوره جافه ويتم التجفيف باضافة مادة مالئة كالنشا او اللبن المجفف الي المزرعة الميكروبية الموجودة علي الصورة السائلة وتجفف المزرعة تحت التفريغ علي درجة حراره منخفضة نسبيا وتمتاز هذه المزارع بسهولة تداولها وطول فترة حفظها ولكنها تحتاج الي عمليات تنشيط قبل الاستخدام في الصناعة.

ت- المزارع المجفدة Lyophilised starters: يقصد بالتجفيد التجفيف تحت تبريد وتفرغ وفي هذه الطريقة يتم تجميد المزرعة

النامية ثم التجفيف تحت التجميد في وجود تفريغ ومادة مألثة وتتميز هذه الطريقة بأن نسبة الخلايا الحية تكون اعلى نسبة عن تلك المجففة كما انها اسهل في تنشيطها وهي اكثر الصور انتشارا في العالم ويجب تجهيز وتنشيط تلك المزارع وذلك عن طريق الانماء المتكرر في اللبن حتي نصل الي اعلي معدل للنشاط وتسمى اول انماء بالمزرعة الام

ث- المزارع المركزة Concentrated starters: وهي الطريقة الحديثة لتجهيز البادئات لاستخدامها في الصناعة مباشرة دون الاحتياج الي تنشيط وتجهيز الباديء عن طريق انماءه في بيئات مناسبة باستخدام اجهزه خاصة تسمح بمعادلة الحموضة مع اضافة بيئة طازجة باستمرار مما يعمل علي زيادة الاعداد الكلية للباديء ومع استخدام الطرد المركزي يمكن ان تصل الي اعداد كلية تزيد عن الاعداد الكلية في البادئات المحضرة بالطرق السابقة الف مرة.

وباستخدام تلك النوعية من البادئات تقلل من فرص تلوث الباديء بالميكروبات الغريبة مع التوفير في الوقت.

النشاط الفسيولوجي للبادئات:

اشرنا فيما سبق الي المجاميع الميكروبية ذات العلاقة بالصناعات اللبنية ولقد اشتملت علي البكتريا الخمائر، الفطريات والتي تختلف في نواتج نشاطها علي المكونات اللبنية من لاكتوز، بروتين ودهن ولذلك سوف يسود النشاط الفسيولوجي للبادئات من خلال نواتج نشاطها علي المكونات اللبنية، وفيما يلي:

أ - انتاج حامض اللاكتيك:

يلعب حامض اللاكتيك دورا هاما في تصنيع المنتجات اللبنية وتختلف البكتريات فيما بينها في نسبة ما تنتجه من هذا الحامض بالنسبة للاحماض العضوية الاخرى عند تحليلها لسكر اللبن وكذلك قسمت الي مجموعتين:

١- مجموعة البكتريات متجانسة التخمر: وهي التي تخمر سكر اللاكتوز منتجة حامض اللاكتيك كناتج أساسي حوالي ٨٠% من جملة الأحماض العضوية بالإضافة إلى آثار من الأحماض العضوية الأخرى ولا تتكون غازات ومن أمثلتها الأنواع التابعة للجنسين

Streptococcus و *Lactococcus* و *Lactobacillus*

٢- مجموعة البكتريات مختلطة التخمر: وهي التي تخمر سكر اللاكتوز منتجة حامض اللاكتيك بالإضافة إلى بعض الأحماض العضوية الأخرى (البروبيونيك، الفورميك، الخليك، الخ) قد يصاحبها تكوين غازات بكمية محسوسة بواسطة بعض الأجناس مثل الجنس *Lactobacillus casei* و *Lactobacillus plantarum*.

ب - إنتاج مواد النكهة والطعم:

تلعب بعض المركبات الكربونيلية دوراً هاماً في إكساب بعض المنتجات اللبنية الطعم المميز لها ومن أمثلتها الأسيتالدهيد والمميز لطعم اليوغورت وينتج باديء اليوغورت، الداي أسيتايل والأسيتايل ميثايل كربينول، ٢-٣ بيوتولين جليكول والمميز لطعم ونكهة الزبدة وتنتج الأنواع:

1-*Leuconostoc mesenteroides subsp mesenteroides*,

2-*Leuconostoc mesenteroides subsp cremoris*,

3-*Lactococcus lactis subsp diacetylactis*.

ج - إنتاج حمض البروبيونيك:

وينتج أساساً بواسطة الأنواع التابعة للجنس *Propionibacterium* والذي يصاحبه إنتاج غازات (CO_2) والمسئولة عن تكوين العيون والثقوب في الجبن السويسري.

د- إنتاج كحول الايثايل:

تتميز بعض الالبان المتخمرة مثل الكوميس والكفير باحتوائها علي نسبة من الكحول وعدم تماسك وتجانس خثرتها وذلك بسبب اشتمال الباديء المستخدم في التصنيع علي بعض انواع الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز والتي ينجم عن تحللها له تكوين كحول ايثايل، CO_2 .

هـ - تحليل الدهن:

تتميز بكتيريات حامض اللاكتيك والمستخدمه كبادئات في صناعة المنتجات اللبنية بقدرتها البسيطة علي تحليل الدهن كذلك فان بعض الخمائر والفطريات التي تستخدم كبادئات في صناعة بعض المنتجات اللبنية تلعب دورا هاما في تحليل الدهن والتي تعتبر نواتج تحلله احدي الصفات المميزة لهذه المنتجات.

و - تحليل البروتين:

تتميز بكتيريات حامض اللاكتيك المستخدمة كبادئات في صناعة المنتجات اللبنية بمقدرتها البسيطة علي تحليل البروتين والذي ينجم عن هذا التحلل الجزئي بروتينوزات، ببتونات، ببتيديات واخيرا الاحماض الامينية وهذا التحلل يعمل علي اكساب المنتج اللبني خاصية الجبن صفاته الطبيعية والحسية المميزة له تبعا لنوع الباديء المستخدم.

كيفية اختيار الباديء الملائم للتصنيع:

تختلف المنتجات اللبنية في المعاملات الحرارية المتبعة خلال خطوات التصنيع والتي تؤثر تأثيرا مباشرا علي نمو ونشاط الباديء لذا يلزم اختيار الباديء الذي تتلائم ظروف نموه مع ظروف تصنيع المنتج ودرجات الحرارة المستخدمة ولذلك قسمت البادئات حسب احتياجاتها الحرارية الي:

١- بادئات محبة للحرارة *Thermophilus starters*. وتتراوح درجة

حرارتها المثلى ما بين $40-45^{\circ}C$ وتشمل:

- 1-*Streptococcus thermophilus*
- 2-*Lactobacillus delbruckii subsp bulgaricus*
- 3-*Lactobacillus helveticus*

٢- بادئات محبة للحرارة المتوسطة *Mesophilic starters* وتتراوح درجة حرارتها المثلى ما بين ٢٨-٥٧ م ومن أمثلتها:

- 1-*Lactococcus lactis subsp lactis*
- 2-*Propionibacterium shermanii*
- 3-*Leuconostoc mesentroides subsp mesentroides*

الاختبارات المعملية للبادئات:

يؤدي تلوث البادئات بأية ميكروبات معينة الي عيوب في النواتج اللبنية لذا يلزم توالي اختبار الباديء الداخل في الصناعة وتشمل ذلك الاختبارات:

١-الاختبارات المظهرية: حيث يختبر الباديء لوجود تغير في اللون او وجود نموات ملوثة كالفطريات مثلا او ظهور تشققات وتكون فقائيع غازية علي السطح.

٢- اختبار الشم والرائحة والطعم : يتميز الباديء الجيد الصفات بعدم وجود روائح غريبة ووضوح الرائحة والطعم المميز له كالطعم الحامض مثلا.

٣- الاختبارات الكيماوية: حيث يتم تقدير الحموضة، رقم الـ pH، الاحماض الطيارة ومركبات الطعم والرائحة.

٤- الاختبارات البكتريولوجية: حيث يتم فحص الباديء مجهريا للتعرف علي تلوثه من عدمه وعدد الخلايا /جم.

مشاكل نشاط البادئات في مصانع الالبان:

لكي يكون الباديء علي درجة عالية من النشاط فانه يجب ان يتضاعف وينتج الحموضة المرغوبة خلال مدة محددة أي بمعنى آخر ان الباديء في حالة جيدة نقية ونشطة.

وكذلك يراعي حماية الباديء من تلوثه بالبكتريوفاج وذلك اما باستخدام بادئات مقاومة له او بالاستخدام المتبادل والمتناوب مع اكثر من باديء آخر مع اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة. واما بالنسبة للبن المستخدم فيجب ان يكون علي درجة عالية من الجودة والنظافة خالي من أي مواد مثبطة لنمو الباديء.

الالبان المتخمرة Fermented milks

مقدمة:

اللبن المتخمر هو ذلك اللبن الذي حدث له تغيرات كيمو حيوية لمكوناته او بعضها بواسطة بعض الميكروبات التي تتواجد طبيعيا باللبن دون تدخل العامل الانساني او اضافة تلك الميكروبات عمدا الي اللبن في صورة نقية. ولقد عرف اللبن المتخمر منذ زمن بعيد نتيجة لتترك اللبن او نسيانه مما ادي الي تخمره بواسطة الميكروبات الطبيعية، نتج عن ذلك ناتج متخمر مقبول الطعم والمذاق واختلفت النواتج المتخمرة نتيجة لانواع الميكروبات التي سادت تحت الظروف البيئية للانتاج والطرق التكنولوجية المستخدمة من ذلك تعددت انواع الالبان المتخمرة واشتهرت كل منطقة من العالم بلبن متخمر او اكثر فهناك اللبن الرائب، الزبادي، الكشك واللبنة في المنطقة العربية، الكوميس والكفير في روسيا، الدهي في الهند والتيت في الدول الاسكندنافية بينما نشأ اليوغورت في منطقة البلقان وانتشر منها الي

جميع بلدان العالم بنفس التركيب والصفات أو مشابه له. ولقد ظهرت الأهمية الصحية للالبان المتخمرة وازداد اقبال الناس علي استهلاكها حيث علل العالم الروسي ميتشينكوف عام ١٩٠٨ طول عمر سكان منطقة البلقان باستهلاكهم الكبير للالبان المتخمرة وارجع ذلك بان استهلاك الالبان المتخمرة وماتحتويه من احماض عضوية ونواتج النشاط الميكروبي يحد من نمو الميكروبات التعفنية في الامعاء مما يقلل من السموم التي تنتج عن نشاطها. ولقد عكف العلماء عشرات السنين لاستبيان مدى صحة هذا الرأي ودراسة القيمة الغذائية للالبان المتخمرة كما قاموا بالبحث والتقيب من اجل عزل الميكروبات السائدة في كل ناتج لبني متخمر ودراسة اثرها علي صفات وطعم الناتج المتخمر واجراء الدراسات من اجل التحسين والتجديد فيها.

القيمة الغذائية للالبان المتخمرة:

١- زيادة القدرة الهضمية للمكونات اللبنية فالتحللات الجزيئية التي تحدث في المكونات اللبنية من بروتين ودهن ولاكتوز خلال التخمير بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك تزيد من المقدرة الهضمية لها عن مثيلاتها باللبن العادي.

٢- التغلب علي ظاهرة عدم القدرة علي تحليل اللاكتوز حيث يعاني بعض الاشخاص من نقص انزيم اللاكتيز (الذي يحلل اللاكتوز الي جلوكوز وجالاكتوز) في امعائهم وقد يكون نقص الانزيم وراثيا كما هو منتشر في بعض الاشخاص ذوي البشرة السوداء او طبيعيا لعدم استهلاك الالبان دوريا وهذا الاخير منتشر في الدول النامية التي يكون بها استهلاك اللبن ترفا لبعض الطبقات الفقيرة. ويؤدي استهلاك اللبن الي حدوث اسهال وارتباكات معوية نتيجة لعدم القدرة علي تحليل اللاكتوز ووصوله الي الامعاء الغليظة فتتشط عليه بكتريا التعفن

محدثه المشاكل السابقة. وحيث أن غالبية اللاكتوز يتحلل بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك في اللبن المتخمر بالاضافة الي توافر انزيم اللاكتيز به فانه يمكن التغلب علي هذه المشاكل باستهلاك اللبن المتخمر بدلا من اللبن العادي.

٣- احتواء اللبن المتخمر علي الانزيمات الميكروبية الهاضمة والتي افرزت بواسطة بكتريات حامض اللاكتيك وزيادة تركيز هذه الانزيمات في الامعاء يساعد علي زيادة المقدرة الهضمية للغذاء. القيمة العلاجية للالبان المتخمرة:

اظهرت الابحاث في السنوات الاخيرة ان لاستهلاك الالبان المتخمرة قيمة علاجية نسردها فيما يلي:

١- انتاج المواد المثبطة لتخليق الكوليسترول: حيث وجد ان التغذية علي اليوغورت لمدة اسبوع قلل من نسبة الكوليسترول في الدم ولقد ذكر ان الالبان المتخمرة تحتوي علي مواد مضادة او مانعة لتكوين الكوليسترول مثل مادتي Orotic acid, Hydromethyl glutaric acid والليزان يثبطان الانزيمات التي تشترك في تخليق الكوليسترول ولقد ذكر بعض الباحثين ان مضادات الكوليسترول تتواجد في اللبن العادي ولكنه بنسبة اقل من اللبن المتخمر.

٢- الحد من الأورام السرطانية: اظهرت الابحاث الاخيرة ان تناول الفئران اغذية تحتوي علي البان متخمرة كلبن الاسيدوفلس ابطأت من تطور الأورام السرطانية بنسبة ٢٨-٣٠% من ذلك نجد ان الالبان المتخمرة تحتوي علي مواد مضادة للسرطانات ولو ان ميكانيكية فعلها لم تتضح بعد.

اساسيات صناعة الالبان المتخمرة:

تتشارك صناعة الانواع المختلفة من الالبان المتخمرة في المعاملات التصنيعية ويكون الاختلاف في كيفية ونوعية تطبيق المعاملة ذاتها وفيما يلي ايضاح العمليات الصناعية المتبعة في تصنيع الالبان المتخمرة المختلفة.

أولاً: اختيار اللبن الخام:

تختلف البان الحيوانات المنتجة للبن في النسبة المئوية لمحتواها من الجوامد الصلبة الكلية والدهن. كما تختلف جزيئات الكازين وحببية الدهن في الالبان المختلفة من حيث الحجم والتركيب. ولقد وجد ان نوع اللبن وتركيبه يلعب دورا هاما في صفات وجودة اللبن المتخمر ويتوقف ذلك علي نسبة ما يحتويه من جوامد صلبة كلية ودهن وتركيب وحجم كلا من جزيئات الكازين وحببية الدهن. فمن المعروف منذ زمن بعيد ان تصنيع اليوغورت من لبن الاغنام والجاموس يعطي ناتج ذو قوام وصفات احسن منه في حالة استخدام اللبن البقري او الماعز ويعزى ذلك الي ارتفاع النسبة المئوية للجوامد الصلبة الكلية في الجاموس والاغنام (١٧-١٨%) عنه في حالة االبان البقر او الماعز (١٢-١٣%). من ناحية اخري هناك بعض الالبان المتخمرة التي تصنع من لبن خام بعينة مثل تصنيع لبن الكوميس من لبن الافراس.

ولقد درس العلماء في هذا المجال ماهو التركيب الامثل للبن المعد لصناعة كل لبن متخمر علي حده للحصول علي ناتج عالي الجودة من حيث الصفات الطبيعية والحسية له او امكانية استخدام البان بديلة للالبان المتخصصة في انتاج نوع ما من الالبان المتخمرة كاستخدام اللبن البقري محل لبن الافراس في صناعة لبن الكوميس مثلا.

ثانياً: تنقية اللبن الخام:

يقصد بتنقية اللبن الخام هو التخلص من الشوائب والعوالق الغريبة المتناهية في الصغر وكرات الدم البيضاء من اللبن اما بالمرور خلال المنقي حيث يتعرض اللبن الخام للطرز المركزي مما يؤدي الي فصل هذه الشوائب كما يمكن ان تتم التنقية باستخدام مرشحات وذلك بدفع اللبن خلال انسجة خاصة تحجز المواد الغريبة.

ثالثاً: تعديل اللبن المعد للصناعة:

الغرض من تعديل مكونات اللبن من الجوامد الصلبة اللادهنية والدهن هو الحصول علي ناتج عالي الجودة من حيث القوام والطعم والصفات العامة للمنتج المزمع انتاجه وتختلف نسب تلك المكونات تبعاً لنوع المنتج.

أ - تعديل الجوامد الصلبة اللادهنية:

ترفع نسبة الجوامد الصلبة اللادهنية بغرض تحسين القوام للناتج ويتم ذلك باضافة مكون لبني عالي في محتواة من الجوامد الصلبة اللادهنية كاللبن المجفف الكامل، اللبن الفرز المجفف، بروتين الشرش المجفف، اللبن المكثف الغير محلي وكازينات الصوديوم وذلك بنسبة تتراوح ما بين ١-٢% لتتراوح نسبة الجوامد الصلبة اللادهنية ما بين ١٠-١٢% وقديما كانت ترفع الجوامد بتبخير جزء من الماء الموجود باللبن عن طريق الغليان لمدة نصف ساعة. اما في حالة اللبن المتخمر المشروب فانه يتميز بانخفاض الجوامد الصلبة اللادهنية به لذا يمكن تعديله باضافة ماء لتتراوح نسبة الجوامد اللادهنية به ما بين ٥-٨% لتتفق مع الهدف منه.

ب - تعديل نسبة الدهن:

للدن دورا هاما في صفات الناتج المتخمر يمكن سردها في الآتي:

- ١- تثبيت الحالى الجياليه للكازين
 - ٢- تقليل انفصال الشرش في الناتج النهائي
 - ٣- زيادة قابلية اللبن للمعاملة الحرارية
 - ٤- يقلل الاحساس بالحموضة
- وعموما فان احتواء اللبن علي ١,٥ % دهن يخفي العيوب السابقة وتختلف نسبة الدهن في اللبن المعد للصناعة علي حسب نوع اللبن المتخمر ويمكن استخدام بدائل الدهن كالزيوت والدهون النباتية في انتاج الالبان المتخمرة.
- ويتم تعديل الدهن قبل البسترة او خلال تنقيهِ اللبن بالمنقي السذي يشتمل علي فراز وبالتالي يمكن الحصول علي نسبة الدهن المطلوبة.

رابعاً: اضافة المثبتات:

المثبتات هي مواد غروية من اصل نباتي او حيواني تضاف الي اللبن لتثبيت جل الكازين الحامضي ولتحسين قوام ولزوجة المنتج ومن امثلة هذه المواد:

المادة	نسبة الاضافة	كيفية الاضافة
النشا	١-٢%	يذاب في ماء بارد
الجيلاتين	٠,٢-٠,٤%	يذاب في ماء علي درجة ٥٥-٦٥ م
الآجار-آجار	٠,٨-٠,٤%	يذاب في ماء علي درجة ٩٥ م
الجيلات الصوديو	٠,٢-٠,٤%	يذاب علي البارد

وتختلف القوانين الخاصة باضافة المثبتات من بلد الي آخر وهناك بعض البلدان تمنع اضافتها الي اللبن.

خامسا: اضافة المحليات:

تضاف مواد التحلية كالسكروز، الجلوكوز، الفركتوز في صناعة اللبن المطعم بالفواكه والزبادي الحلو ويجب الا تزيد النسبة عن ١٢% وتضاف الي اللبن قبل عملية البسترة للقضاء علي محتواه من الخمائر والفطريات التي قد تتواجد فيه .

سادسا: المعاملة الحرارية:

تجري بعض المعاملات الحرارية علي اللبن المعد لصناعة الالبان المتخمرة قبل تصنيعه بغرض:

- ١- القضاء علي غالبية الميكروبات الموجودة في اللبن
- ٢- تكسب اللبن المتخمر قوام ولزوجة احسن نظرا لتأثيرها علي صفات البروتين الهيدروفيليه
- ٣- تقلل من جهد الاكسدة والاختزال نظرا لانطلاق مجاميع السلفاهيدريل من بروتينات الشرش مما يشجع نمو بكتريا حامض اللاكتيك.

٤- الحصول علي خثرة طرية اسهل هضما

٥- تعمل علي رفع نسبة الجوامد الصلبة اللبنية

وتختلف المعاملة الحرارية من لبن متخمر الي آخر ولكن بالنسبة لاشهرها وهو اليوغورت فان المعاملة المثلي هي علي درجة ٨٠-٨٥ °م لمدة نصف ساعة وتعطي هذه المعاملة ناتج ذو صفات مثالية ولكن لا يمكن تطبيقها تحت ظروف الانتاج الكمي الكبير وقد وجد ان اقرب معاملة لها هي ٩٠-٩٥ °م لمدة ٥ دقائق ومن مميزات هذه الطريقة انها تسمح باجراء عملية التسخين للبن بعد التسخين الابتدائي والتجنيس في صناعة الالبان المتخمرة فوائد عديدة وهي:

١- ضمان توزيع الدهن في الناتج المتخمر ومنع صعوده علي السطح وبالتالي فهو يمنع تكون طبقة الدهن المصفرة في حالة استخدام اللبن البقري.

٢- يمنع ظاهرة انفصال الشرش

٣- يكسب الناتج قوام قشدي ناعم

سابعاً: اضافة الباديء:

يختلف تركيب الباديء علي حسب نوع الناتج المتخمر فهو في اليوغورت يتكون من:

Streptococcus thermophilus , *Lactobacillus delbruckii*
subsp bulgaricus

ويقوم كل منهما بمساعدة الآخر علي النمو بصورة اسرع عنه في حالة تواجد أي منهم بمفرده وذلك لان البكتيريا الكروية ينمو جيداً علي اللبن العادي محولاً سكر اللاكتوز الي حامض اللاكتيك وبعض الاحماض العضوية الاخرى فينخفض الـ pH الي الدرجة التي تناسب البكتيريا العصوية فيزداد نموها ونشاطها بينما تقل نشاط البكتيريا الكروية في تلك المرحلة حتي يصل الي حوالي ٤,٧ فيتجبن اللبن وتقدم البكتيريا العصوية بعض الاحماض الامينية التي تنشط البكتيريا الكروية.

اما في حالة اللبن الاسيدوفيلس فيستخدم النوع *Lactobacillus acidophilus*

وفي حالة الالبان المتخمرة التي تحتوي في تركيبها علي نسبة من الكحول كمنتجي الكوميس والكفير فيلزم استخدام نوع من الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز مع بكتريا حامض اللاكتيك المستخدمة لانتاج نسبة الكحول المطلوبة. ويضاف الباديء الي اللبن وهو علي درجة

الحرارة الملائمة للتخزين بنسبة تختلف علي حسب نوع المنتج ففي اليوغورت تكون النسبة ١-٣% وفي الاسيدوفليس حوالي ٥%.

ثامنا: التعبئة:

تختلف احجام العبوات منها الحجم العائلي الذي يبدأ من لتر والحجم الصغير من ١٢٠-٢٥٠ جم، وتصنع العبوات من الزجاج و البلاستيك المغطي والكرتون .

١- العبوات الزجاجية: وتتميز بانها يمكن ان تستخدم اكثر من مرة ولكنها تتطلب حرصا خاصا في النقل بالاضافة الي ثقل الوزن لذا يلزم انتاج عبوات ذات وزن خفيف وهي الاحسن من الناحية الصحية.

٢- عبوات البلاستيك ويتطلب ان يكون مسموح باستخدامها صحيا والذي يحدد بعدم زيادة جزيئات البلاستيك المهاجرة الي المادة الغذائية عن ٦٠ ملجم/كجم.

٣- عبوات الكرتون المشمع: وهي عبارة عن عبوات كرتون مغطاة بطبقة شمعية .

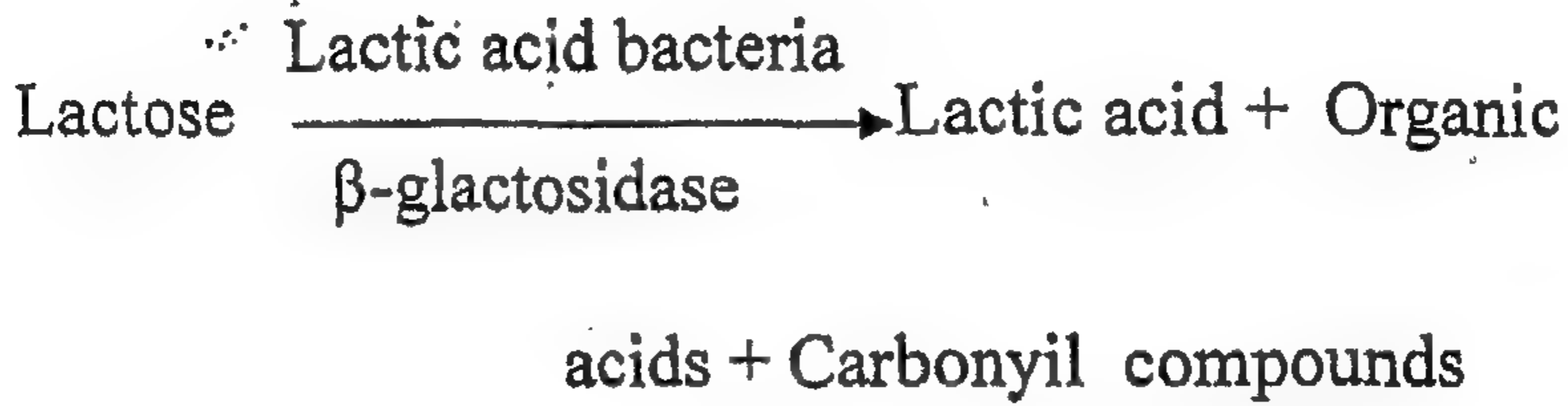
*** الشروط الواجب توافرها في العبوة:**

- ١- مقاومتها للصدمات
- ٢- لا تسمح بمرور الشوائب منها واليها
- ٣- مقاومتها وتحملها للنقل
- ٤- لا تتفاعل مع المادة المعبأة
- ٥- ليس لها اضرار صحية علي المستهلك
- ٦- أقل قدر ممكن لتفادية الغازات
- ٧- غير منفذة للضوء
- ٨- سهولة الوزن
- ٩- ذات تكلفة اقتصادية مناسبة

١٠- سهولة التخلص منها أو إعادة استخدامها أو تدويرها (صديقة البيئة)

تاسعا: تحضين اللبن المضاف له باديء:

يحضن اللبن المضاف له الباديء علي درجة الحرارة المناسبة للنمو تبعا لنوع البادئات المستخدمة في اللبن المتخمر ففي الزبادي واليوغورت يحضن اللبن علي درجة حرارة تتراوح ما بين ٤٢-٤٥°م ادي ذلك الي التشريح الحراري للناج وتطفو الخثرة علي سطح الشرش فيما يشبه اللبن المقطع. واذا حضن علي درجة اقل من ٤٢°م ادي ذلك الي طول فترة التحضين وظهور طعم مر خفيف. وينمو الباديء بتحول سكر اللاكتوز او جزء منه الي حامض لاكتيك ومجموعة اخري من الاحماض العضوية والمركبات الكربونيلية كالاسيتالدهيد والاسيتايل ميثايل كربينول وهي المسئولة عن طعم اليوغورت.

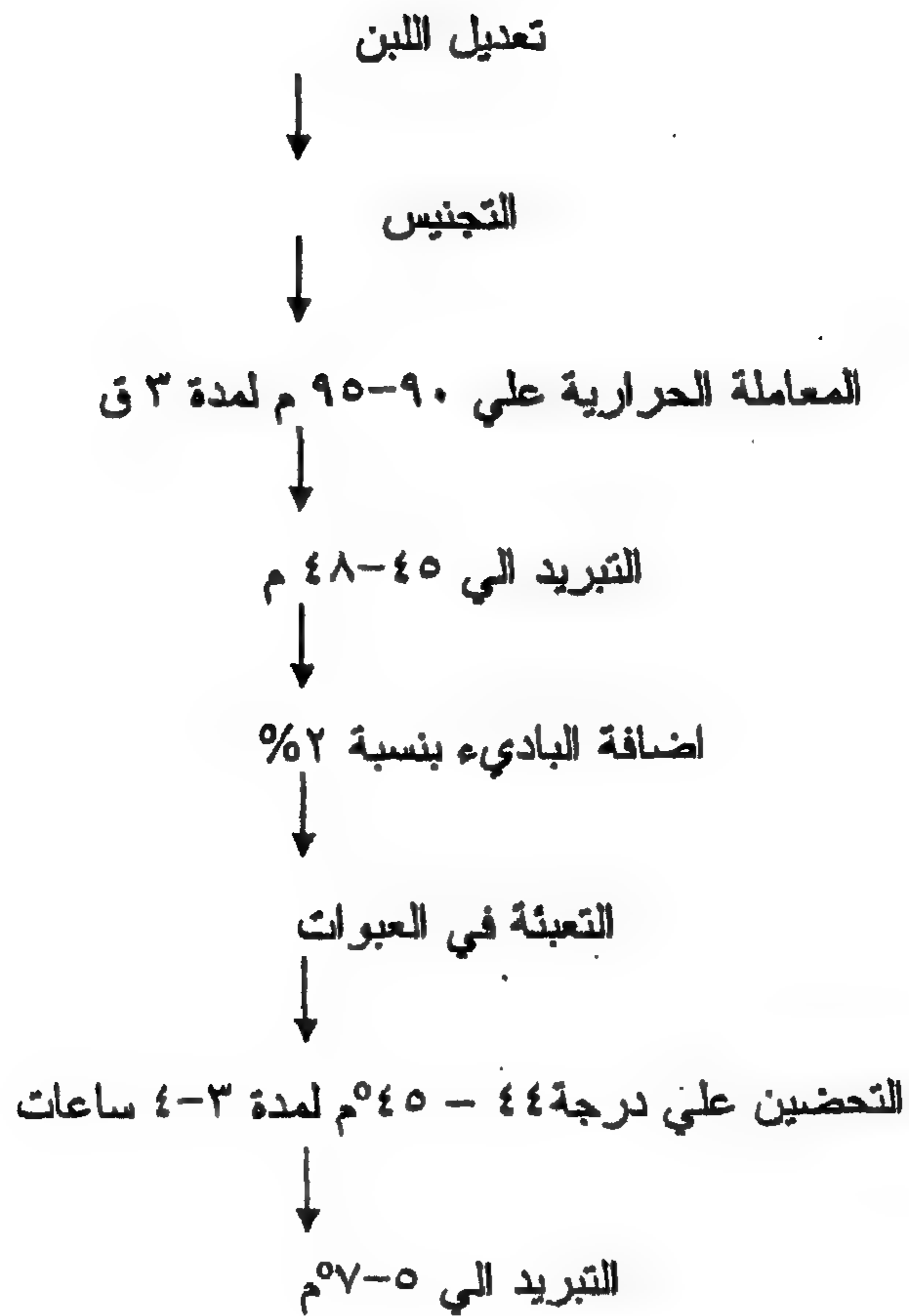


عاشرا: الحفظ في المبردات:

يحفظ الناتج المتخمر في المبردات علي ٤ °م بغرض تقليل او وقف نشاط بكتريا الباديء والحفاظ علي صفات الناتج عند الدرجة التي وصل اليها في نهاية فترة التحضين ويمكن حفظ اليوغورت المحضن بالطريقة العادية لمدة ٣ أيام اما اليوغورت المعبأ تحت تفريغ او احلال يحفظ لمدة ١٥ يوما.

رسم تخطيطي يوضح الخطوات الاساسية لتصنيع اليوغورت

(الزبادي)



المقدرة الحفظية للالبان المتخمرة:

تعتبر صناعة الالبان المتخمرة وسيلة من الوسائل التي يمكن بها حفظ المكونات اللبنية في صورة صالحة للاستهلاك الآدمي لفترة اطول بالمقارنة باللبن الخام نظرا لما تحتويه من حموضة مناسبة تحد من نشاط الميكروبات الغير مرغوبة والمعاملات الحرارية التي تجري علي اللبن اثناء التصنيع. وتزداد القدرة التخزينية للالبان المتخمرة - اذا التزم المنتج بالآتي:

- ١- اختبار لبن خام ذو محتوى ميكروبي منخفض
- ٢- اجراء المعاملة الحرارية بدقة
- ٣- استخدام باديء غير ملوث بانواع اخري من الميكروبات
- ٤- تجنب أي تلوث اثناء التعبئة والتحضين
- ٥- الحفظ علي درجة حرارة لا تزيد عن ٥ م
- ٦- ويمكن اعطاء فكرة عن القدرة التخزينية لليوغورت كمثال للالبان المتخمرة والمنتج تحت ظروف انتاج مختلفة:
- أ- يوغورت (زبادي) ينتج بالطريقة اليدوية ويحفظ بالثلاجة علي درجة ٥ م يمكن حفظه لمدة ٣ أيام دون حدوث تغيرات غير مرغوبة.
- ب- يوغورت منتج بالطريقة الحديثة وتحت شروط وظروف انتاج جيدة السباق الاشارة اليها مدة حفظه ٧-١٠ أيام.
- ج - يوغورت ينتج بالطريقة الحديثة وتحت شروط وظروف انتاج جيدة وتم احلال غاز CO_2 و H_2 في فراغ العبوة ويمكن حفظه لمدة تصل الي ٣ أسابيع.

أمثلة للالبان المتخمرة:

أولاً: الالبان المتخمرة في المنطقة العربية:

تواجدت الالبان المتخمرة في مصر منذ القدم وبالطبع نشأت اساساً بالبادئات الطبيعية في الريف المصري ومن امثلتها:

١- اللبن الرائب في مصر: يصنع هذا اللبن في الريف المصري خاصة الوجه البحري وذلك بترقيد اللبن في اواني فخارية تعرف بالمتارد أو الشوالي لمدة ٢٤-٧٢ ساعة علي حسب فصل السنة. وعلي درجة حرارة الغرفة ما يسمح بفصل الدهن وطفوه علي السطح وتكشط الطبقة السطحية (القشدة) والطبقة التي تحتها تكون متجينة وتعرف باللبن الرائب (نتيجة الميكروبات المنتجة للحموضة). ويتكون اللبن الرائب نتيجة لنشاط الميكروبات الطبيعية الموجودة به وتتوقف درجة جودة اللبن الرائب علي مدي تلوث اللبن بالميكروبات غير المرغوبة. وتتراوح نسبة الدهن في اللبن الرائب من ٠,٥-١,٥% ويتوقف ذلك علي درجة حرارة الترقيد ونوع اللبن ونسبة الدهن به وشكل الاناء وعمقه وحجمه ويستخدم في صناعة الجبن القريش.

٢- لبن الخض (اللبن الحامضي) يوضع اللبن الكامل في قرب من الجلد في صعيد مصر تترك لتخمر بواسطة الميكروبات الطبيعية ايضاً وعند درجة معينة من الحموضة بخض اللبن المتخمر داخل القربة التي ان ينفصل الدهن مخلفاً اللبن الحامض.

٣- لبن الزير: يستخدم اللبن الحامضي في صناعة لبن الزير صيفاً حيث يجمع في اواني فخارية تعرف بأسم الزير ويترك حتى يترشح الشرش ويصبح ثقيل القوام.

٤- الكشك: يصنع الكشك في صعيد مصر من مخلوط اللبن الحامض او لبن الزير والقمح بنسبة ٣ أجزاء او اكثر من اللبن المتخمر الي جزء واحد من القمح ويجري معاملة القمح اولاً بالغليان الذي ان يعطي

مايشبه البلبلة ثم يقشر و يخلط القمح المقشور مع اللبن المتخمر ويترك في الشمس ليحجف ويضاف له كمية من الملح. ويتميز هذا الناتج باحتوائه علي المكونات اللبنية في صورة متخمرة بالاضافة الي مكونات القمح. والناتج الجاف يمكن حفظه لفترة تصل الي عدة سنوات، وعادة لا يحتوي علي أي ميكروبات ممرضة.

٥- اللبن الزبادي: (يعرف باسم الروب في دول الجزيرة العربية) وهو ناتج متخمر مصري من مجموعة اليوغورت ويصنع في العديد من المعامل الصغيرة المنتشرة في المدن المصرية. وعالماً يصنع الزبادي من اللبن الجاموسي الكامل او المعدل حيث يلقى هذا المنتج استحساناً من الذوق المصري الذي يفضل القوام المتماسك ذو اللون الابيض للمحبب اما استخدام اللبن البقري فلا يلق رواجاً بسبب اللون المصفر الذي يكسبه للناتج المتخمّر. ويتم التصنيع بتعديل نسبة الدهن باللبن عن طريق الخلط بين اللبن الكامل واللبن الفرز للحصول علي نسبة ٣% دهن ثم يعامل اللبن حرارياً علي درجة ٩٥°م لمدة نصف ساعة لتبخير جزء من الماء الموجود في اللبن وبالتالي تركيز الجوامد الصلبة باللبن وينجم عن تلك المعاملة اكساب الناتج طعم مطبوخ محبب لدي عامة الشعب.

٦- ثم يضاف الي اللبن المبرد علي ٤٥°م الباديء المكون من باديء الزبادي السابق ذكره والمعروف لدي العامة باسم الخميرة بنسبة حوالي ٢% ويوضع اللبن المضاف له الباديء في مكان دافئ حتي يتم التجبن في حوالي ٣-٤ ساعات. ثم يوضع اللبن في الثلاجة لحين للتوزيع.

٧- اللبنة: وهي منتشرة في المنطقة العربية كمنطقة الشام والعراق والمغرب العربي والجزيرة العربية والطرق التقليدية لصناعتها تتم بتجبن اللبن الكامل بواسطة الميكروبات الطبيعية الموجودة باللبن او

المعدل بإضافة قشدة حتي تصل النسبة الي ٦-٩% دهن، ثم يركز الناتج المتخمر بوضعه في اكياس من القماش الثقيل للتخلص من جزء من الشرش بحيث تصل نسبة الجوامد الصلبة الكلية الي حوالي ٢٤% ثم يمزج الناتج وقد يشكل ويحفظ في زيت الزيتون، وقد اجريت بعض التعديلات علي النطاق الصناعي وذلك بغرض تصنيع ناتج موحد الصفات وذلك باتباع الخطوات التالية:

- ١- تعديل اللبن المعد للتصنيع ليحتوي علي نسبة دهن ٦-٩% وجوامد لا دهنية ١١%
- ٢- تجنيس اللبن المعد للحصول علي ناتج ذو قوام قشدي
- ٣- معاملة اللبن حراريا علي ٨٥°م لمدة ١٥-٢٠ ق.
- ٤- اضافة باديء اليوغورت والتحضين علي درجة حرارة ٤٢°م حتي يتجبن اللبن.

ثانياً: الالبان المتخمرة الاجنبية:

١- تيت Taette:

يصنع في الدول الاسكندنافية ويتم تخمير اللبن الطازج بسلالة من *Streptococcus cremoris var. hollandicus* ويكون الناتج حامضي الطعم خيطي القوام.

٢- سكير Skyr:

يصنع في ايسلندا بتخمير اللبن الفرز بباديء اليوغورت او الزبادي ثم تزال كمية كافية من الشرش لزيادة المحتويات الصلبة الي ١٨-٢٠%

٣- كوميس Koumiss:

وهو ناتج لبني متخمر روسي يصنع من لبن الافراس وهو لبن منخفض في نسبة البروتين والدهن والرماد عن اللبن البقري وعادة

فان الباديء المستخدم يحتوي بالاضافه الي بكتريا باديء الزبادي او اليوغورت علي خميرة مخمرة لسكر اللاكتوز ويتم التخمير في مدة لا تقل عن ١٢ ساعة والناتج النهائي يحتوي علي ١% حموضة، ٢% كحول ايثايل وعادة يكون القوام سائل لذلك يعرف بأنه مشروب لبنني متخمّر.

٤-كفير Kefir:

وهو لبن متخمّر نشأ في منطقة القوقاز بروسيا ويصنع اساسا من البان الابقار او الماعز او النعاج وذلك بتلقيحها بحبوب الكفير والتي تحتوي بدورها علي ميكروبات الباديء وهي تشبه حبوب الفشار وتتكون من الكازين اللبني المتجبن ومابه من ميكروبات وهي بالاضافة الي بكتريا حمض اللاكتيك المشابهه لباديء الزبادي يحتوي ايضا علي خميرة مخمرة لسكر اللاكتوز ويتم التخمير في مدة تتراوح بين ٨-١٠ ساعات

٥-اللبن الخض المتخمّر Cultured butter milk:

وهو من اكثر الالبان المتخمرة انتشارا في الولايات المتحدة الامريكية وكان يصنع من اللبن الخض الناتج عن عملية صناعة الزبادي ولكن في الوقت الحالي يستخدم في انتاجه اللبن البقري الفرز. وتتم الصناعة بمعاملة اللبن الفرز حراريا وتبريده ثم تلقيحه بمزرعة من باديء الزبد (*Leuconostoc + Lactococcus*) ويحضن علي الحرارة المناسبة حتي حموضة حوالي ٠,٨% ثم يبرد ويعبأ في زجاجات

٦-اللبن الخض البلغاري Bulgarian buttermilk:

وهو ايضا من الالبان المتخمرة المشهورة في الولايات المتحدة ويشبه اللبن الخض الا انه يكون ذو قوام اشد لزوجة وحموضة مرتفعة وليس له نكهه اللبن الخض المتخمّر.

والباديء المستخدم في صناعته هو البكتريا *Lactobacillus delbruckii subsp bulgaricus*.

٧- لبن الاسيدوفلاس Acidophilus milk:

وهو من اشهر الالبان المتخمرة في الولايات المتحدة واوروبا
ويستخدم في تحضيره الباديء *Lactobacillus acidophilus*

٨- الداهي Dahi:

وهو اللبن المتخمر المشابه للزبادي وينتج في جميع دول شبه القاره
الهندية ويستخدم في صناعته باديء اليوغورت او الزبادي.

- بعض المنتجات الغير تقليدية لليوغورت:

استحدثت بعض المنتجات من اليوغورت اما بغرض زيادة فترة
حفظه او لزيادة الاقبال عليه، وفيما يلي بعض هذه المنتجات:

١- اليوغورت المبستر: حيث يتم معاملة اليوغورت بالحرارة علي
درجة ٦٠-٧٠°م بعد خطوة التحضين والتجبن حيث تقضي علي
معظم الميكروبات الموجودة بالمنتج ويعبأ الناتج ممزوجا. ومن
مميزات هذا الناتج طول فترة حفظه عن اليوغورت التقليدي بسبب
وقف تكوين الحموضة ومن عيوبه هو فقره في مركبات الطعم التي
تطايرت اثناء التسخين.

٢- اليوغورت الممزوج بالفواكه: حيث تضاف الفواكه الي
اليوغورت المحلي وتمزج فيه بمعاينة حتي لا يحدث انفصال للشرش
وتعباً.

٣- اليوغورت بالمطعمات: يمكن اضافة مطعمات الفواكه والتي غالبا
ما تكون صناعية ولكن مسموح بها صحيا الي اللبن قبل خطوة التعبئة
ثم تحضن العبوات للحصول علي ناتج متجبن مطعم بالفواكه ويمكن
في تلك الحالة اضافة محليات الي اللبن.

- ٤- اليوغورت المخفوق: حيث يضاف سكر والمطعمات الي اليوغورت المعدل الي ٨,٥% بروتين، ٥,٦% دهن بحيث تصبح نسبة الجوامد الكلية حوالي ٣٣% ويخفق ويحفظ تحت التجميد
- ٥- مشروب اليوغورت: يحضر المشروب باضافة حجم من اليوغورت العادي الي حجم من عصير الفواكه المحلي ويخلط بالخلط ويعبأ وقد يتم بسترتة لاطالة حفظه
- ٦- اليوغورت المجفف: تتشابه نواتج اليوغورت الجافة مع الكشك المصري الذي يصنع في صعيد مصر واستحدثت الطرق التكنولوجية لتخفيف اليوغورت في صورة مسحوق مجفف وذلك باستخدام طريقة التجفيد او التجفيف بالريزاز.

الباب الخامس

المعاملات التكنولوجية للبن السائل

ترشيح اللبن وتنقيته:

عند وصول اللبن للمصنع تجري عليه عمليتان هامتان بعد استلامه هما الترشيح والتنقية وتعتبر كل منها، استكمالاً لعملية التصفية التي تمت بالمزرعة، والغرض من العمليتين هو التخلص من الشوائب الدقيقة التي تكون قد مرت خلال ثقوب المصافي أو قماش التصفية كالاتربة والروث والتي تكون محملة بكثير من البكتريا التي يؤدي وجودها الى سرعة تلف اللبن.

وفيما يلي موجزا لكلا الطريقتين وكيفية اجرائهما علي اللبن:

أولاً: ترشيح اللبن

يجري ترشيح اللبن للتخلص من الاوساخ المرئية التي لم يتم التخلص منها بواسطة التصفية. ويتم الترشيح واللبن باردا حيث يقل ذوبان الاوساخ التي تتساقط في اللبن.

ويستعمل في ترشيح اللبن اجهزة محكمة القفل تعرف بالمرشحات.

ثانياً: تنقية اللبن:

الغرض من عملية التنقية فصل الشوائب غير المرئية والتي لم يتخلص منها بتصفية او ترشيح اللبن، كما تعمل التنقية ايضا علي ازالة الخلايا الطلائية وكرات الدم الموجودة في اللبن، وتتم هذه العملية بواسطة الطرد المركزي باستخدام جهاز خاص يعرف بالمنقي Clarifier ويفضل اجراء عملية التنقية واللبن باردا. والمنقي جهاز

يشبه الفراز الذي يستخدم في فصل القشدة غير انه يختلف عنه فيما يلي:

١- توجد فتحة واحدة في المخروط لخروج اللبن الكامل بدلا من وجود فتحتين لخروج القشدة واللبن الفرز كما في الفراز.

٢- سرعة دوران مخروط المنقي اقل بكثير من سرعة دوران مخروط الفراز .

فصل البكتريا بالطرد المركزي Bactifugation

وهي عملية الغرض منها فصل اكبر جزء من الخلايا والبكتريا الموجودة في اللبن باستعمال جهاز خاص يسمى المنقي، ولكن يختلف عن المتبقي في الآتي:

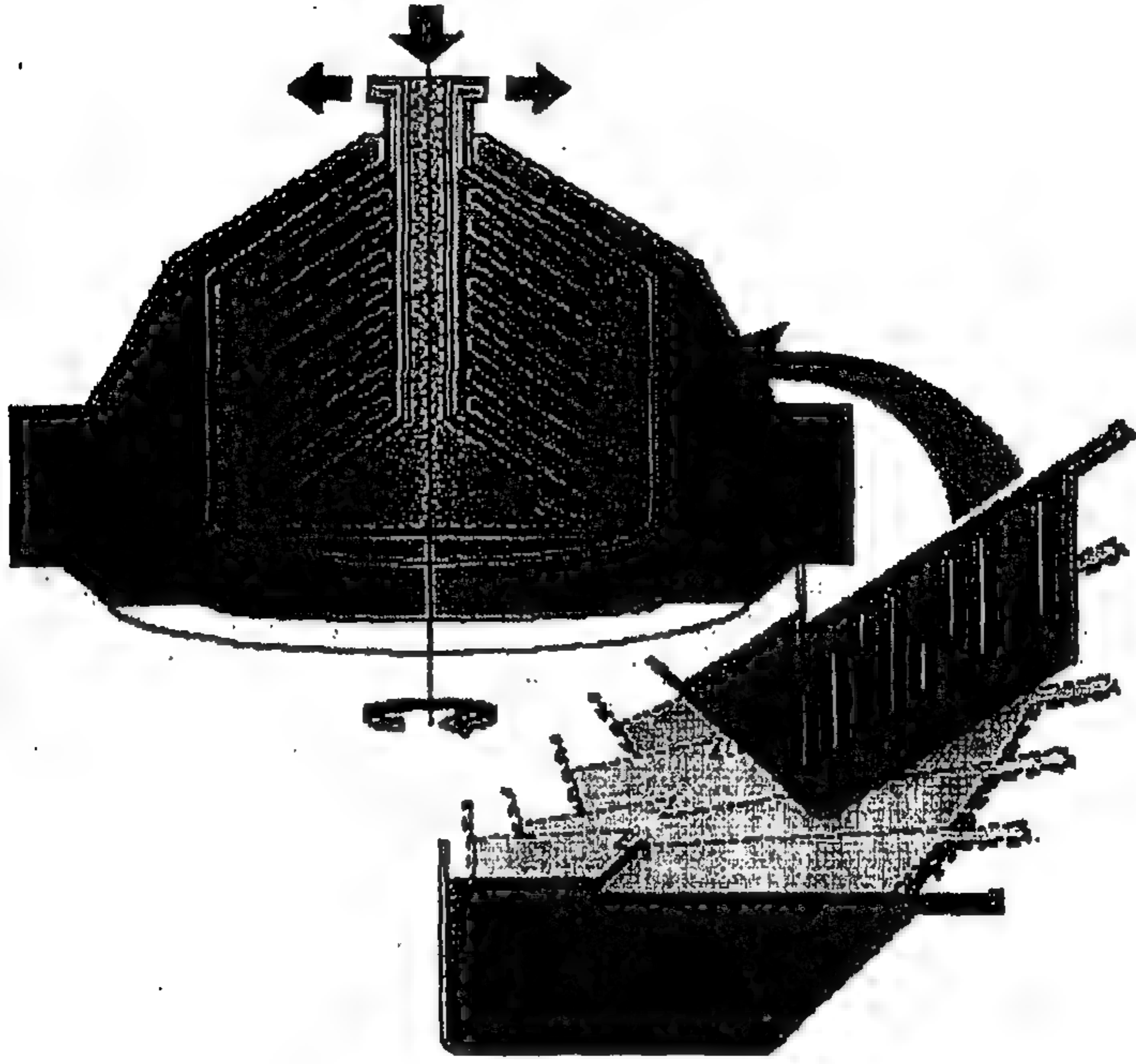
١- تبلغ سرعته ٩,٠٠٠ - ١,٠٠,٠٠٠ دورة في الدقيقة.

٢- يحتوي مخروطه على ثقب دقيقة يبلغ قطرها ٠,٣ ملليمتر. في حين لا يحتوي مخروط المنقي على مثل هذه الثقوب.

٣- يكون مغزولا عن الهواء حتي يسمح تركيبه بتكوين اقل ما يمكن من الرغوة وهذه العملية مبنية علي فصل البكتريا والخلايا بالطرد المركزي لاختلاف كثافتهما عن كثافة اللبن، اذ ان كثافة اللبن ١,٠٣٣ بينما كثافة البكتريا والخلايا تبلغ ١,٠٧ - ١,١٣ .

لوحظ انه باجراء عملية Bactofugation امكن التخلص من حوالي ٩٠% من البكتريا الموجودة في اللبن، غير انها لم تؤدي الي فصل الفيروسات ولتنقية اللبن فائدة عظيمة في ازالة الاتربة والقانورات والكائنات الدقيقة التي تكون قد وصلت الي اللبن اثناء انتاجه او نقله او تداوله، حيث تتجمع كل تلك المواد فيما يسمى وحل المنقي Slime . ويتكون من الخلايا البيضاء، اجزاء من الخلايا الافرازية من الضرع، الرماد، البكتريا، حويصلات دموية حمراء

وكذلك روث الحيوان. وعموما تعتبر عملية التنقية عملية ضرورية بل اساسية في حالة انتاج اللبن بالدول النامية، حيث يمكن بالتنقيه التغلب علي الاهمال او عدم العناية او الاهتمام بانتاج اللبن النظيف.



المنقي

المعاملات الحرارية للبن Heat Treatment of Milk :

للحرارة تأثير واضح علي المحتوى الميكروبي وكذا علي مكونات اللبن من ناحية الابداء او الاهلاك للميكروبات والانزيمات، ويزداد هذا التأثير بارتفاع درجة الحرارة وطول فترة التسخين، وتستخدم هذه الظاهرة في تحسين صفات اللبن ومنتجاته من النواحي الصحية والتنوقية والاستهلاكية.

ولهذا كان الغرض من معاملة اللبن بالحرارة أمران:

- ١- الأول: وهو صحي حيث يتوفر للمستهلك لبن للشرب أو منتجات البان خالية من الميكروبات المرضية والميكروبات الأخرى المسببة للغازات والتغيرات غير المرغوبة كالخميرة وبكتريا القولون.
- ٢- الثاني: وهو تجاري، يحفظ اللبن ومنتجاته لمدة طويلة نسبياً محتفظاً بخواصها الطبيعية والكيميائية. وأهم المعاملات الحرارية التي تجري علي اللبن هي: البسترة - الغلي - التعقيم.

أولاً: بسترة اللبن Pasteurization of Milk :

تعريف البسترة:

يمكن تعريف البسترة بأنها تسخين كل قطرة من اللبن الي درجة حرارة اقل من نقطة غليانه لوقت كاف للقضاء علي جميع الميكروبات المرضية الشائع وجودها باللبن وخاصة ميكروبات السل بحيث تجعله آمناً للاستهلاك. ثم يتبع ذلك تبريد اللبن فجائياً الي درجة اقل ١٠°م، وقد اقترحت وزارة الصحة الامريكية التعريف الآتي:

يقصد باصطلاح البسترة او اللبن المبستر عملية تسخين كل قطرة من اللبن او منتجاته الي درجة حرارة ٦٢°م لمدة ٣٠ دقيقة علي الاقل او الي درجة حرارة ٧١°م لمدة ١٥ ثانية علي الاقل في اجهزة معتمدة تضمن تنفيذ الشروط السابقة. لذلك فقد ركز الباحثون اهتمامهم في اختيار انسب درجات الحرارة ووقت التسخين لضمان قتل ميكروب السل مع اقل مايمكن من التأثير علي صفات اللبن الطبيعية والكيميائية والغذائية.

واوضحت الابحاث ان درجة حرارة ٦٠°م لمدة ٣٠ دقيقة كافية للقضاء علي جميع الميكروبات المرضية وحوالي ٩٠-٩٩% من مجموع الميكروبات باللبن، الا ان كثيراً من التشريعات تتطلب التسخين الي درجة ٦٢°م لمدة ٣٠ دقيقة.

فوائد البسترة:

- ١- المحافظة علي صحة مستهلكي اللبن ومنتجاته.
- ٢- الحد من خطر الإصابة أو عدم العناية بالانتاج سواء من ناحية الحيوان أو البيئة أو الأشخاص المشرفين علي انتاج اللبن وتداوله.
- ٣- الأهمية الاقتصادية، إذ ان البسترة تؤدي الي نقص عدد البكتيريا باللبن وتطيل مدة الحفظ خصوصا اذا حفظ علي درجات منخفضة بعد البسترة.

التغيرات الكيماوية التي تعتري اللبن عند البسترة:

- تعتبر اباداة الميكروبات هي الغرض الاساسي من عملية البسترة، إلا ان البسترة قد تؤثر علي خواص اللبن من نواحي اخري:
- ١- يفيد التبريد السريع في الوصول الي اكبر حجم من القشدة.
 - ٢- تؤدي البسترة الي طرد الغازات الذائبة من اللبن، حيث يوجد فقد في غاز الأكسجين بنسبة ٢-٢,٥% علي اساس الحجم.
 - ٣- لا يتأثر دهن أو سكر اللبن نتيجة البسترة.
 - ٤- لا يتأثر كازين اللبن بدرجات حرارة البسترة غير ان البروتينات الثانوية (بروتينات الشرش) تبدأ في التجميع أو التجبن قليلا عند درجة حرارة البسترة.
 - ٥- للبسترة علاقة وثيقة بظاهرة تجبن اللبن بالمنفحة، إذ يصعب تجبن اللبن ويتم ذلك ببطء اذا ارتفعت درجة حرارته كثيرا.
 - ٦- تسبب البسترة ترسيب املاح فوسفات الكالسيوم. وبما ان هذه الاملاح تكون في حالة ذوبان في الوسط الحامضي، فلا يخشي علي ذوبانها في وسط المعدة الحامضي

- ٧- أما تأثير البسترة علي الفيتامينات: فان حامض الاسكوربيك (فيتامين ج) والثيامين (فيتامين ب ١) يفقدان بدرجة ملحوظة، وتتوقف نسبة الفقد علي كمية النحاس باللبن وأنية البسترة وحالة التسخين
- ٨- تبديد درجة الحرارة المستعملة في البسترة انزيم الليباز وتمنع بذلك ظهور الطعم المترنخ، كما تبديد انزيمات الاميليز والفوسفاتيز.

طرق البسترة:

هناك طريقتان للبسترة هما:

١- الطريقة البطيئة Holding Method .

٢- الطريقة السريعة High Temperature Short Time (H.T.S.T.).

الطريقة البطيئة Holding method :

وتتلخص في تسخين كل قطرة من اللبن الي درجة حرارة $61,7^{\circ}\text{C}$ علي الاقل لمدة ٣٠ دقيقة ثم للتبريد السريع الي درجة $4,5^{\circ}\text{C}$ ، ويجب ان يكون الجهاز معتمدا وجيد الاستعمال ومجهز بترمو متر بياني، حيث لا يكون هناك فرق اكثر من نصف درجة. وتمتاز الطريقة البطيئة بأنها كفيلة بالقضاء علي معظم البكتريا دون حدوث تغيير يذكر علي طبقة القشدة.

الطريقة السريعة H.T.S.T. :

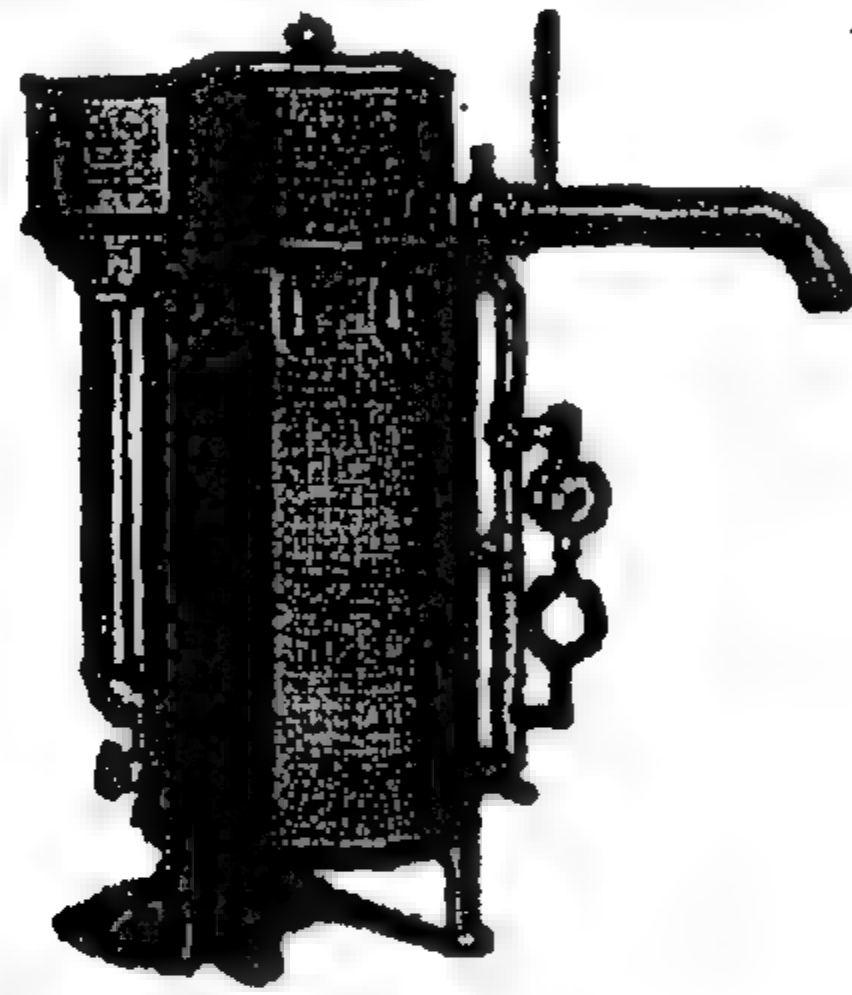
هذه الطريقة هي الاكثر استعمالا لبسترة اللبن في جميع انحاء العالم وفيها يسخن اللبن الي درجة حرارة ($71-72^{\circ}\text{C}$) او اكثر قليلا لمدة ١٥-١٦ ثانية، ثم يبرد فجائيا الي درجة حرارة تقل عن (10°C) وتستخدم طريقة البسترة السريعة في بسترة القشدة المعدة لصناعة الزبد، وبدأ استعمالها يزيد في السنوات الاخيرة لمعاملة اللبن الشرب والقشدة المعدان للاستهلاك. وتعتمد الطريقة علي نظرية التبادل

الحراري لتسخين أو تبريد اللبن، ويتم ذلك باسعمال مبادل الحرارة ذو الألواح.

اجهزة البسترة البطيئة:

هناك اجهزة عديدة تستعمل في تسخين اللبن وحفظه على درجة حرارة البسترة اثناء المدة المطلوبة. وهناك ثلاثة انواع من المبسترات:

الحوض ذو الحلزوني - الحوض ذو الرشاش - الحوض المزدوج الجدران ذي المقلبات التي تستخدم في طريقة البسترة البطيئة.



الحوض المزدوج الجدران Double - Jacket vat :

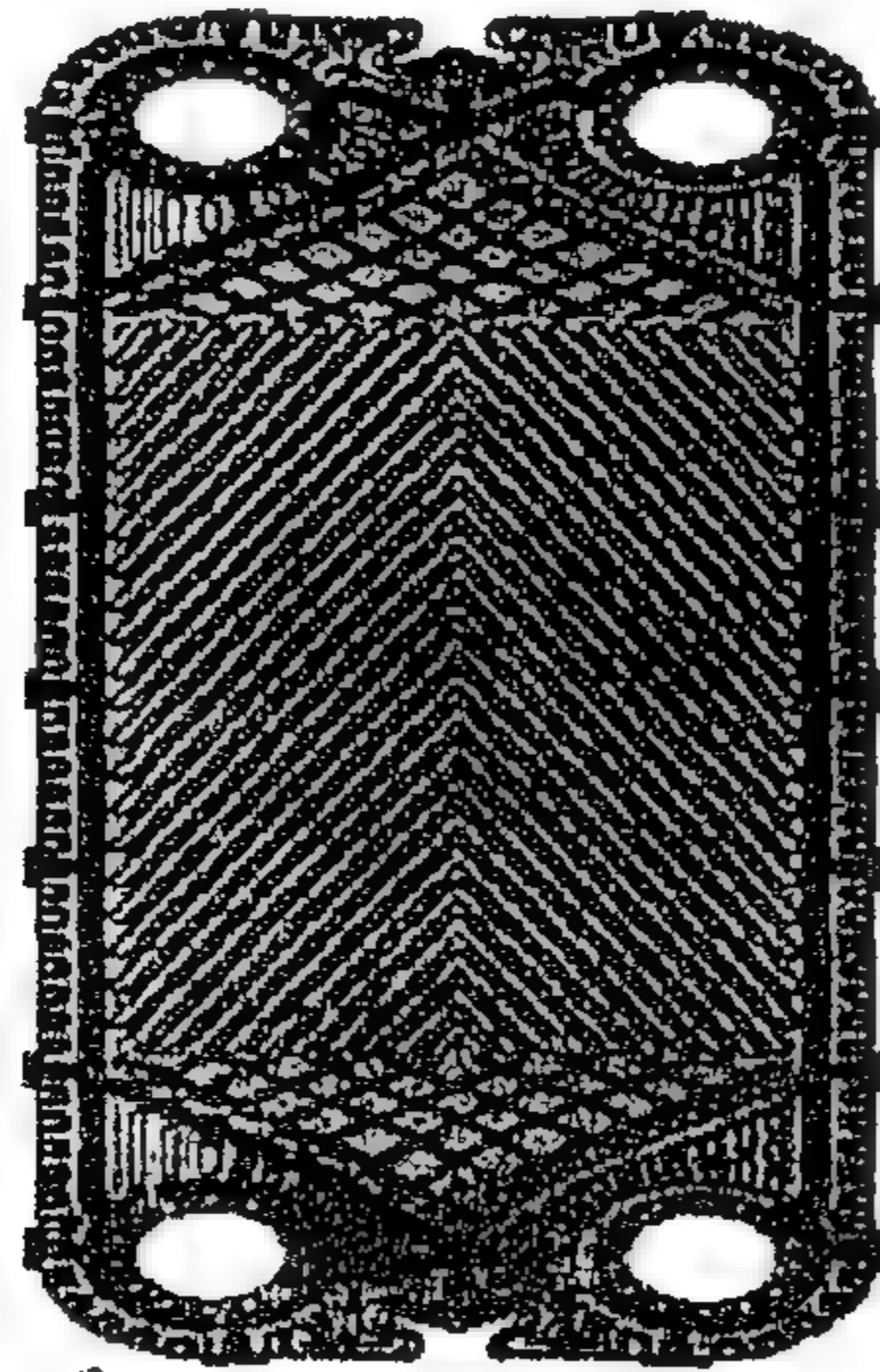
ويصنع من الصلب غير القابل للصدأ أو الصلب المبطن بالزجاج وغالباً ما يكون مستدير المس من الداخل والخارج لسهولة التنظيف. ويلحق بالحوض مقلب مثبت في غطاءه ويدور بموتور ويسخن اللبن بمرور الماء الساخن أو البخار في الحيز بين الجدارين. ويجب الاستمرار في عملية التقلب اثناء التسخين أو اثناء فترة الحفظ وذلك لتجنب ظهور الطعم المحروق.

اجهزة البسترة المريعة:

ويتم تسخين اللبن أو تبريده باستعمال مبادل الحرارة ذي الألواح، وهو عبارة عن ألواح معدنية من الصلب غير القابل للصدأ مرصوفة

جوار بعضها في اطار يحكم قفله، فلا يتعرض اللبن للجو الخارجي عند مروره عليها. ويساعد في التصاق الألواح وجسود فواصل أو جوانات (Gaskets) من المطاط لاحكام القفل وعدم تعرض اللبن للتلوث. وهذه الألواح ذات وجهين يمر علي احدهما اللبن ويمر علي الوجه الآخر وسط التسخين أو التبريد الذي يكون اما ماء ساخن أو ماء متلج، فينتج عن ذلك رفع أو خفض درجة حرارة اللبن الي الدرجة المطلوبة.

وزيادة في الاقتصاد وخفض التكاليف، فقد يمكن استخدام اللبن نفسه بعد التسخين، وكذلك اللبن البارد الوارد في تبادل الحرارة مع بعضهما وذلك كخطوة اولية لتبريد اللبن الاول وتسخين اللبن الثاني، ثم يستكمل بعد ذلك تبريد وتسخين اللبنين بالمرور علي الواح اخري يجري علي أسطحها المقابلة الماء المتلج في الحالة الاولى والماء الساخن في الحالة الثانية.



نموذج لأحد ألواح التبادل الحراري

- خطوات بسترة اللبن:

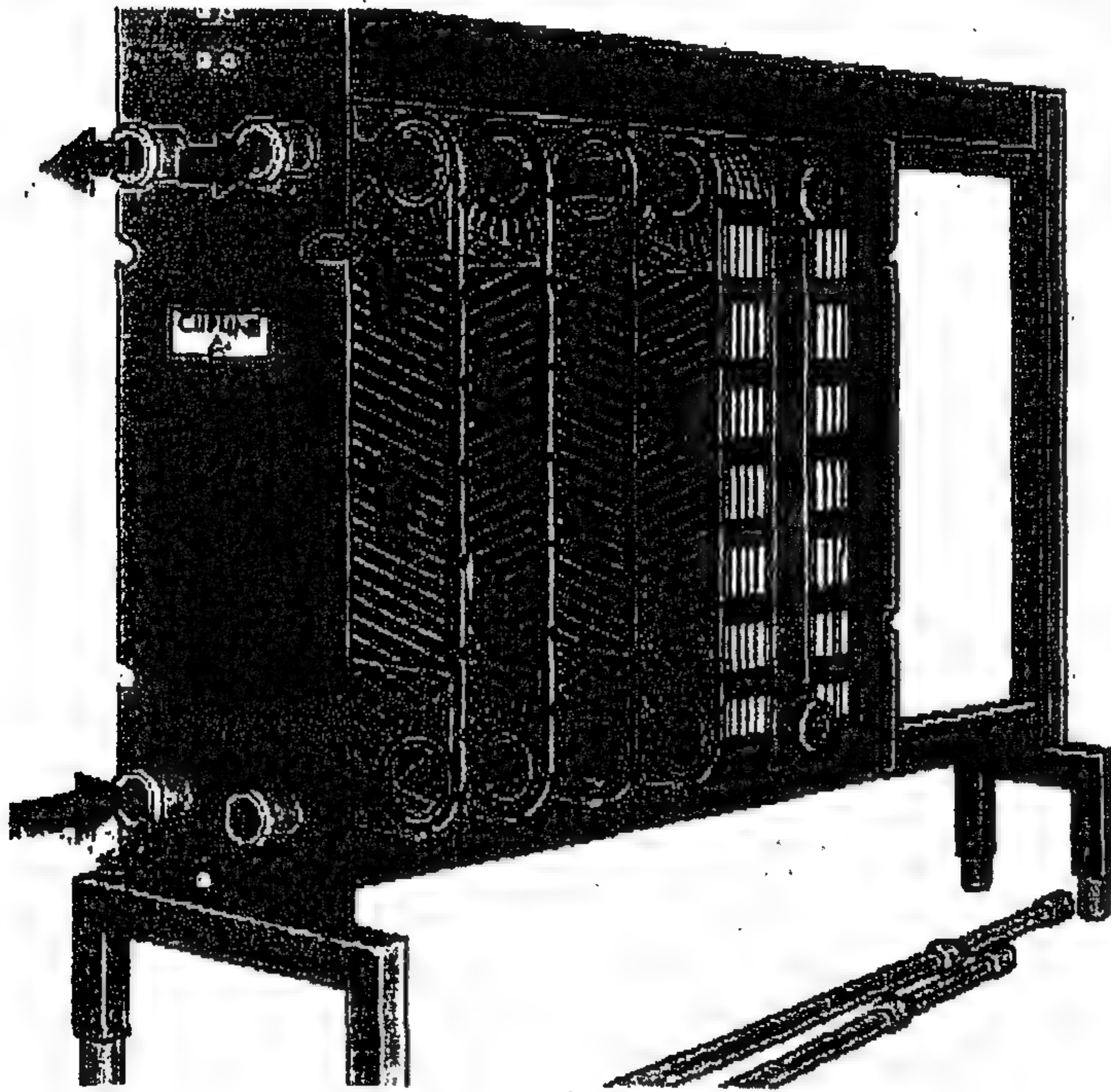
- ١- يدخل اللبن الخام الوارد من خزانات الاستلام تحت تأثير ثقله الي حوض يسمى حوض الموازنة Balance tank ووظيفته تنظيم دخول

- اللبن الي جهاز البسترة، وذلك عن طريق وجود عوامة تتحكم في كمية اللبن التي تدخل بحيث تظل علي مستوي ثابت باستمرار.
- ٢- يدفع اللبـن من حوض الموازنة بواسطة المضخة الي منطقة التبادل الحراري ذات الاواح حيث يتم تبادل الحرارة بين اللبـن الخام واللبـن الذي تمت بستـرته والنتيجة تسخين اللبـن الخام تسخيناً مبدئياً الي نحو $57-60^{\circ}\text{C}$ مع خفض درجة حرارة اللبـن المبستر أي يبرد تبريداً مبدئياً.
- ٣- يمر اللبـن بعد ذلك الي جهاز التنقية او الترشيح Clarifier وذلك للتخلص من الشوائب التي قد توجد به.
- ٤- بعد التنقية ينقل اللبـن الي منطقة التسخين النهائي حيث يتبادل الحرارة هنا مع ماء ساخن تزيد درجة حرارته بنحو $5,0^{\circ}\text{C}$ عن تلك المطلوبة بسترة اللبـن اليها، وبذلك ترتفع درجة حرارة اللبـن الي 72°C .
- ٥- يمر اللبـن الساخن بعد ذلك الي انبوبة الحفظ (Holding tube) وهي عبارة عن انبوبة ملتوية علي هيئة حرف U، وهذه الانبوبة جيدة العزل الحراري ومصممة بطريقة تسمح ببقاء اللبـن داخلها طول مدة الحفظ ومقدارها ١٥ ثانية.
- ٦- يوجد عند فتحة خروج اللبـن من الانبوبة صمام يعرف بالمحول Plow diversion value ويعمل اوتوماتيكياً ولهذا الصمام ثلث فتحات الاولى توصل الي انبوبة الحفظ والثانية الي قسم التبريد بالمبادل الحراري، اما الفتحة الثالثة فهي توصل الي حوض الموازنه. ووظيفة المحول ضمان بسترة اللبـن وحجزه علي الدرجة المطلوبة ، فاذا كانت الدرجة المطلوبة تسمح للبـن بالمرور الي تبادل الحرارة والا يغير اتجاه اللبـن عائدا الي حوض الموازنة حيث يتم خلطه مع اللبـن الخام وتعاد بستـرته.

٧- يتجه اللبن بعد بسترتة الي مبادل الحرارة حيث يتقابل في وضع مضاد مع اللبن الخام المبرد فتتخفض درجة حرارته الي $-18,5^{\circ}\text{C}$ -
٢١م.

ثم يمر الي منطقة التبريد النهائية حيث يتقابل في وضع مضاد مع الماء المتلج او المحلول الملحي فتتخفض درجة حرارته الي -5°C .
٨- يجمع اللبن المبرد بعد ذلك في صهاريج خاصة باللبن المبستر ومنها الي جهاز تعبئة الزجاجات.

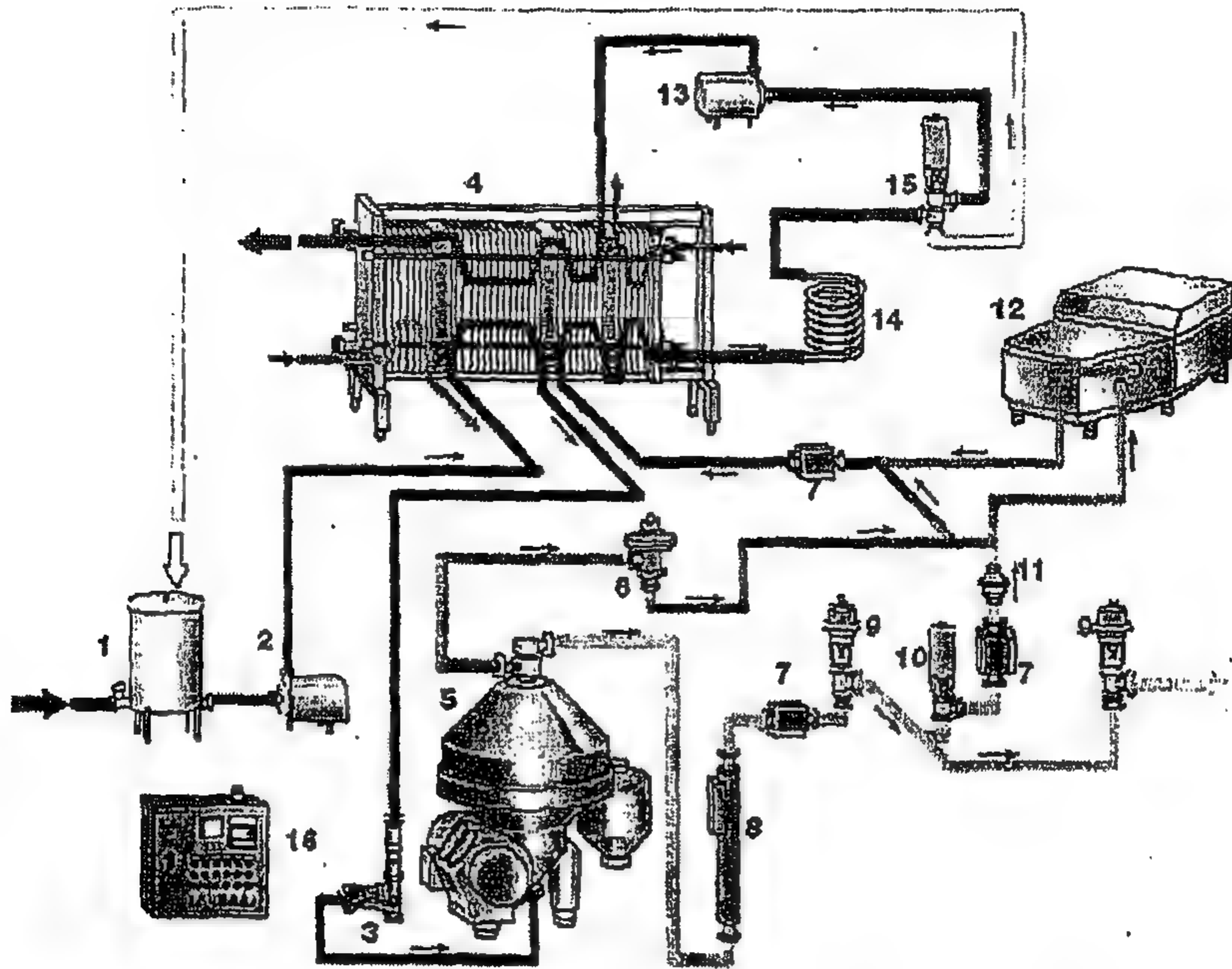
٩- تعبئة اللبن.



حجرات التبادل الحراري

- مقارنة بين الطريقة السريعة والطريقة البطيئة:

- ١- تتناسب الطريقة البطيئة الكميات المحدودة من الالبان التي تقل عن ٥ طن يوميا، فاذا زادت كمية اللبن عن ذلك كثيرا اصبحت الطريقة السريعة اكثر مناسبة.
- ٢- تستغرق البسترة بالطريقة السريعة وقتا اقل من البسترة بالطريقة البطيئة، كما يمكن البدء في تعبئة اللبن بمجرد الانتهاء من بسترته.
- ٣- الطريقة البطيئة تكون اجهزتها ابسط في التركيب والتشغيل عما في الطريقة السريعة.
- ٤- تساعد الطريقة السريعة علي استغلال الايدي العاملة الي اقصى حد وذلك بتوفير الوقت المخصص للنظافة، وزيادة قدرة الآلات التصنيعية دون الحاجة الي زيادة عدد ساعات العمل.
- ٥- ليس هناك فوارق محسوسة بين الطريقتين فيما يتعلق بتأثيرهما علي صفات اللبن الظاهرية او الكيماوية علي القيمة الغذائية.



جهاز البسترة السريع و يتكون من الأجزاء الآتية:

- | | |
|---------------------------|-------------------------|
| 1 Balance tank | 9 Regulating valve |
| 2 Product feed pump | 10 Shut-off valve |
| 3 Flow controller | 11 Check valve |
| 4 Plate heat exchanger | 12 Homogeniser |
| 5 Separator | 13 Booster pump |
| 6 Constant pressure valve | 14 Holding tube |
| 7 Flow transmitter | 15 Flow diversion valve |
| 8 Density transmitter | 16 Process control |

- العوامل المؤثرة على كفاءة البسترة:

- لكي تؤدي البسترة الي النتائج المرجوة منها يجب مراعاة ماياتي:
- ١- استخدام لبن خام نظيف للبسترة يحتوي علي اعداد قليلة من البكتريا ويكون خاليا من الميكروبات المقاومة للحرارة او المحللة للبروتينات.
- ٢- ضبط درجة الحرارة المستعملة في التسخين وذلك باستعمال مسجلات درجة الحرارة والوقت اوتوماتيكيا، وتكون متصلة باحواض او اجهزة البسترة، وذلك للمحافظة علي صفات اللبن التصنيعية.
- ٣- التبريد السريع للبن الي الدرجة المطلوبة (اقل من ١٠ م°) بعد انتهاء التسخين مباشرة، حيث يؤدي الابطاء في عملية التبريد الي اكتساب اللبن للطعم المطبوخ مع نقص حجم طبقة القشدة المتكونة.
- ٤- حفظ اللبن المبستر في ثلاجات علي درجة حرارة منخفضة ٥- ٧ م° لحين توزيعه واستهلاكه

اختبار درجة حرارة البسترة (كفاءة البسترة):

يعتبر اختبار الفوسفاتيز هو الاختبار الرسمي للكشف عن مدى كفاءة البسترة او خلط اللبن المبستر باللبن الخام. واساس هذا الاختبار ان انزيم الفوسفاتيز والذي يوجد دائما باللبن الخام، يتلف او يقضي عليه بدرجة حرارة البسترة ووقت الحفظ المستعمل. وعلي ذلك فان غياب الفوسفاتيز يدل علي ان اللبن قد سخن تسخيناً كافياً، بينما وجوده باللبن يدل علي عدم تسخينه بدرجة كافية او احتمال تلوثه بلبن خام. ويتلخص الاختبار في خلط كمية من اللبن المبستر في انبوبة اختبار مع اسـتر عـضـوي يـحتـوي عـلي الفينـول Disodium-phenyl-phosphate وكذلك محلول منظم لايجاد pH مناسب في حدود ٩,٠ - ٩,٦ ثم حفظ الانبوبة في حمام مائي علي

درجة حرارة 37°C لمدة ساعة. ففي حالة وجود انزيم الفوسفاتيز فانه يحلل الاستر العضوي وينطلق الفينول منه والذي يمكن قياسه بطريقة لونية مع استعمال الدليل لتكوين الاندوفينول الازرق. هذا وكلما قلت درجة اللون الازرق المتكون، كلما دل ذلك علي انعدام انزيم الفوسفاتيز أو ندرته.

ويلاحظ ان هذا الاختبار حساس لدرجة انه يمكن كشف أي خطأ بسيط في عملية البسترة او اضافة نسبة بسيطة من اللبن الخام قد لا تتعدى ٠,١% الي اللبن المبستر.

تعبئة اللبن المبستر:

يعبأ اللبن بطريقة اوتوماتيكية بعد البسترة والتبريد الي $3,5^{\circ}\text{C}$.
ويعبأ اللبن في المصانع الصغيرة باستعمال ماكينات يدوية.

حجرة التبريد:

يلزم توفر حجرات مبردة في المصانع حيث يمكن تخزين اللبن الي ان يحين وقت نقله ثم توزيعه علي المستهلكين. وعند تخزين اللبن، توضع الاقفاص المصنعة من السلك فوق بعضهما الي ارتفاع ١٠-١٢ وحدة منها، وتحفظ علي درجة $4,5^{\circ}\text{C}$ أو اقل بحيث تمنع نمو الميكروبات.

ثانياً: غلي اللبن:

طريقة معاملة اللبن بالحرارة والشائعة الاستعمال في مصر هي غلي اللبن وذلك بأن توضع أنية اللبن علي النار مباشرة وتترك الي ان يرتفع سطح اللبن، ثم تزال الأنية من علي النار ويترك اللبن مكشوباً حتي يبرد من تلقاء نفسه. والغلي ماهو الا عملية بسترة شديدة حيث ترفع درجة حرارة اللبن الي نحو 100°C . وهذه الطريقة لا تعتبر

كافية لتسخين جميع اجزاء اللبن الي الدرجة التي تقضي علي الميكروبات التي قد توجد به حيث ان مانشاهده من فوران يتم عادة قبل وصول اللبن الي درجة الغليان وهو في الواقع نتيجة لتمدد الغازات الذائبة باللبن والتي يعوق خروجها من الغشاء البروتيني الرقيق الذي يتكون علي السطح وهذا الغشاء يحتجز معه بعض مكونات اللبن الاخرى عدا البروتينات مثل الدهن والاملاح المعدنية وكذا بعض الميكروبات والتي تهدف عملية الغليان الي التخلص منها وبذا يعمل الغشاء المذكور بمثابة طبقة واقية لحماية تلك الميكروبات من التعرض لدرجة حرارة التسخين. والي جانب مالمعلية الغلي من اثر في اكتساب اللبن الطعم المطبوخ فان عدم تبريد اللبن بالسرعة المطلوبة وتبريده تدريجيا يعطي فرصة لزيادة عدد الميكروبات المتبقية ، عندما تصل درجة حرارة اللبن الي الدرجة الملائمة لتكاثرها. كما ان ترك اللبن مكشوفاً بعد غليه بعرضه للميكروبات الضارة التي قد ينقلها الذباب.

وللتغلب علي العيوب السابقة يمكن تنفيذ عملية الغلي باتباع الخطوات التالية:

- ١- يوضع وعاء اللبن في وعاء آخر اكبر منه يحتوي علي ماء أي تجري عملية التسخين بواسطة حمام مائي وبذلك لا يتعرض اللبن لظهور الطعم المطبوخ.
- ٢- يقلب اللبن جيداً لسرعة رفع درجه حرارته ولتنظيم تلك الدرجة في جميع اجزاء اللبن كما يجب تكسير الرغوة ضماناً لوصول جميع اجزاء اللبن الي درجة الحرارة المطلوبة.
- ٣- تبريد اللبن مباشرة بعد تسخينه بوضع اناء اللبن في الماء الجاري وذلك لعدم اتاحة الفرصة لنمو وتكاثر ماتبقي من ميكروبات مقاومة

للحرارة في الفترة مابين انتهاء تسخين اللبن وتبريده، كما ان التبريد المباشر يحد من تأثيره الحراري علي صفات اللبن.

٤- حفظ اللبن مغطي منعاً لتلوثه من الجو.

٥- حفظه اللبن باردا تعطيلاً لنمو مايتخلف من ميكروبات متجرثمة.

هذا وتوجد اوعية متخصصة لغلي اللبن مصنوعة من الالومنيوم ومزودة بقرص مثبت يمكن رفعه لتنظيفه وعند استعمال هذه الأوعية يصب اللبن فيها بحيث لا يتجاوز منسوب القرص المذكور ثم يسخن هذا الوعاء علي حمام مائي. وعند ارتفاع سطح اللبن يتكسر الغشاء المتكون عند اصطدامه بثقوب القرص وهذا يؤدي الي اعادة اختلاط اجزائه باللبن مما ينتج عنه توزيع الحرارة بين جميع اجزاء اللبن.

الفرق بين البسترة والغليان:

ان أهم أوجه الاختلاف بين اللبن المغلي والمبستر مايلي:

١- اكتساب اللبن المغلي للطعم المطبوخ الناتج من انحلال بعض بروتيناته وتكون مركبات كبريتية طيارة.

٢- زيادة درجة الطراوة في الخثرة الناتجة من اللبن المغلي مع عدم تجبن اللبن بالمنفحه.

٣- زيادة التغير في طبيعة البروتينات وخاصة الالبيومين والجلوبيولين.

٤- زيادة نسبة المتحول من فوسفات الكالسيوم الذائبة الي الصورة الغير ذائبة او الغروية.

٥- زيادة نسبه الانحلال في فينامينات الثيامين وحامض الاسكوربيك.

هذا من الناحية الكيماوية. اما من الناحية البكتريولوجية فلا يتبقى من الميكروبات الموجودة باللبن الذي غلي لفترة طويلة سوي الميكروبات المقاومة للحرارة من النوع المتجرثم وتؤدي نواتج

تخمرها الي ظهور طعوم غير مرغوبة في اللبن عند بقائه بعض الوقت قبل التوزيع فيكون عادة عفنا أو مرا أو زنخا.

وبناء علي ماسبق يمكن القول أنه تحت ظروف الانتاج والتداول الحالية للبن في مصر يمكن الاعتماد مؤقتا علي عملية الغلي كوسيلة للقضاء علي الميكروبات المرضية باللبن. وإطالة مدة حفظه علي ان يتم تدريجيا الاستعاضة عن اللبن المغلي باللبن المبستر او المعقم في المدن الكبرى التي ينشأ بها مصانع للبسترة أو التعقيم.

ثالثا: اللبن المعقم:

اللبن المعقم هو الناتج المعقم الخالي من الكائنات الحية والجراثيم وهو الذي سبق تجنيسه وتعبئته في زجاجات محكمة القفل ثم تعقيمه بتعريض الزجاجات لتيار من البخار الساخن الي درجة حرارة لا تقل عن ١٠٧-١١٠°م لمدة ٢٠-٣٠ دقيقة.

هذا ويعتبر اختراع أجهزة التجنيس عام ١٩٠٢ من العوامل الرئيسية التي أدت الي انتشار صناعة تعقيم اللبن حيث يؤدي التجنيس الي تفتيت حبيبات الدهن الي حبيبات صغيرة تظل موزعة داخل اللبن ولا تطفو علي السطح مهما طاللت فترة الحفظ.

فوائد تعقيم اللبن:

- ١- زاد تداول اللبن المعقم وأستهلكه في السنين الأخيرة وخاصة في المناطق الحارة الاستوائية ويرجع ذلك الي وجود مزايا خاصة أهمها:
- ١- سهولة التداول والتوزيع لدي المحال العامة لعدم احتياجه الي ثلاجات او وسائل للتبريد
- ٢- قلة تكاليف التوزيع لذا يمكن التوزيع مرتين أو حتي مرة واحدة في الاسبوع.

٣- سهولة الاستعمال لدي المستهلك لعدم احتياجه للتبريد علاوة علي انه يمكن شراء كمية اكبر تكفي لعدة ايام وخاصة ايام العطل والاجازات.

٤- طول مدة حفظه .

٥- زيادة الضمان والثقة باستهلاك الالبان المعقمة نظرا للتأكد من خلوها من جميع الميكروبات سواء كانت مرضية أو غير مرضية. ويعتري اللبن المعقم طعم البسكوييت وليس الطعم غريبا عن طعم اللبن المغلي. اما من ناحية القيمة الغذائية فينتف فيتامين ب وحامض الأسكوربيك وهذا لا يقلل من قيمته الغذائية بالنسبة للأطفال والاولاد حيث يلزم اضافة مواد مكملة مثل عصير البرتقال وتحضيرات الخميرة وفيتامينات (أ) المركزه.

والفرق بين التعقيم والبسترة ان اللبن المعقم اذا اجيد تعقيمه لا تكون به عادة ميكروبات حية سواء كانت مرضية أو غير مرضية ولا يوجد به سوي عدد قليل نسبيا من جراثيم الميكروبات المقاومة للحرارة اما في حالة البسترة فان اللبن المبستر قد يحتوي علي بعض الميكروبات الغير مرضية والمقاومة لحرارة البسترة.

ولذلك يشترط حفظ اللبن المبستر في ثلاجات لحين استعماله ولا تتعدي قدرته الحفظية اسبوعا علي الأكثر علي عكس اللبن المعقم الذي يمكن حفظه في الجو العادي لوقت طويل قد يصل احيانا الي عدة سنين مادام معبأ في زجاجات تم تعقيمه بها وكانت الاغطية محكمة تماما.

تحضير اللبن المعقم:أولا الطريقة التقليدية:

تشمل طرق الصناعة اختبار اللبن والتسخين الابتدائي الي درجة $43,5-49^{\circ}\text{م}$ ثم التتقية والترشيح والتسخين الي درجة $66-71^{\circ}\text{م}$ والتجنيس والتعبئة والتغطية ثم التعقيم بالطريقة الفردية او المستمرة ثم التبريد.

١- اختبار اللبن: يجب ان يكون اللبن لة صفات جيدة وذلك لتقليل أو منع تلف الناتج النهائي نتيجة نمو البكتريا المتجرثمة المقاومة للحرارة كما يجب الا تكون الحموضة مرتفعة حيث يؤثر ذلك علي درجة ثبات بروتينات اللبن اثناء التسخين.

٢- التتقية: والغرض من هذه العملية هو ازالة بعض الشوائب التي مرت اثناء التصفية كالخلايا الطلائية وكرات الدم التي يؤدي وجودها الي تكوين راسب في قاع الزجاجات عند ترك اللبن بعض الوقت بعد تعقيمه.

٣- التسخين المبدئي: والغرض منه اعداد اللبن لعملية التجنيس حيث ترفع درجة الحرارة الي $66-71^{\circ}\text{م}$ بواسطة مبادل للحرارة ذي الالواح / ١٠ ق.

٤- التجنيس: وفائدته منع تكوين طبقة دهن ظاهرة وذلك بتفتيت حبيبات الدهن العادية الي حبيبات متناهية في الصغر بحيث تبقى عالقة باللبن ويتراوح الضغط المستعمل ما بين ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ رطل علي البوصة المربعة.

٥- التعبئة: يعبا اللبن الساخن المجنس في زجاجات معقمة مستحضرة من جهاز غسيل الزجاجات ثم تقفل بأغطية معدنية او كبسولات كالمستخدمة في زجاجات المياه الغازية.

٦- التعقيم: وتتم هذه العملية اما في حوض التعقيم او في المعقم المستمر وحوض التعقيم يكون مستطيلا او عموديا علي شكل غلاية ومجهزا بغطاء محكم بمقابض حيث يمكن دخول البخار تحت ضغط وتتراوح درجة حرارة التسخين ١٠٠-١١٠°م لمدة ٤-١٥ دقيقة وعادة ماتستعمل ١٠٧°م لمدة ٢٠ دقيقة.

هذا وتؤدي درجة الحرارة العالية او الوقت الطويل الي حدوث ظاهرة اللون البني Browning .

٧- تبريد اللبن: يتم تبريد زجاجات اللبن تدريجيا بتمريرها في ماء علي درجة حرارة ٩٠°م ثم في ماء درجة حرارته ٦٨°م ثم في ماء بارد درجة حرارته ٤٥°م ويحدث تقليب اللبن داخل الزجاجات اثناء مراحل التبريد المختلفة.

ثانيا: التعقيم الوقتي Uperisation أو Ultrahigh temperature:

ويطلق الاصطلاح Uperisation علي عملية تعقيم يجري استعمالها حديثا في سويسرا بواسطة بعض الشركات الالمانية وقد اشتقت الكلمة من الاصطلاح Ultrapasteurization ويمكن تلخيص العملية في تعريض اللبن لدرجة حرارة حوالي ١٥٠°م لوقت قصير جدا (١/٢ الي ٣/٤ ثانية) وبحيث تكون العملية مستمرة ثم يبرد ويخزن في صهاريج التخزين.

ويتم التعقيم بادخال البخار في اللبن تحت ضغط وفي المرحلة الاولى يتم تسخين اللبن تسخينا ابتدائيا الي درجة ٥٠°م وتؤدي هذه العملية الي طرد حوالي ٨٠-٩٠% من الاكسجين الموجود مع بعض الروائح غير المرغوبة وذلك بطريقة التفريغ. اما المرحلة الثانية فيتم التسخين الحقيقي وذلك بتسخين اللبن الي درجة ٨٠-٩٠°م في مسخن

أنبوبي ثم يمر اللبن الي حجرة التعقيم حيث يسخن الي درجة ١٥٠°م لمدة (١/٢ الي ١/٤ ثانية لخطيا).

ويفيد طرد الهواء من اللبن في نقص الفقد في فيتامين ج بواسطة الحرارة وبالتالي في تأخير ظهور الطعم المتأكسد ثم يصب اللبن الساخن علي درجة حرارة ١٥٠°م في حجرة التمدد Expansion chamber حيث يكون الضغط أعلي أو أقل من الضغط الجوي العادي حيث يتم التبخير نتيجة التمدد ويذكر ان تقليل الضغط يؤدي الي تجنيس اللبن حيث تتمزق حبيبات الدهن. واخيرا يبرد اللبن المعقم في مبرد مغطي أو مقفول مع مراعاة ان تكون الاجهزة جميعها مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ.

التغيرات التي تحدث في اللبن نتيجة للتعقيم:

- ١- اكتساب اللبن لونا داكنا بسبب ما يحدث من تكوين ظاهرة ميلارد ثم تكرمل سكر اللاكتوز.
- ٢- اكتساب اللبن للطعم المطبوخ بسبب تأثير درجة الحرارة المرتفعة علي بروتينات الشرش.
- ٣- تؤدي عملية التجنيس التي تسبق عملية تعقيم اللبن الي تفتت حبيبات الدهن وتوزيعها في السيرم وهذا يجعل اللبن المعقم ممتاز بقوام ثقيل يشبه القشدة الخفيفة.
- ٤- يكون دهن اللبن المعقم اقل عرضة للاكسدة بسبب تكوين مواد مضادة للاكسدة نتيجة لتأثير درجة الحرارة المرتفعة علي الالبينومين والجلوبيولين.
- ٥- يتلف حوالي ٥٠% من فيتامين ج، ٣٠% من فيتامين ب، كما يحدث نقص طفيف في القيمة الحيوية لبروتينات اللبن.

- ٦- يؤدي تعقيم اللبن الي انتاج خثرة طرية مما يجعله سهل الهضم او اكثر ملائمة لتغذية الاطفال والمرضى.
- ٧- عدم تجبن اللبن المعقم بالمنفحة ولذا لا يصلح مثل هذا اللبن لتصنيع الجبن الا اذا اضيف اليه قليل من املاح الكالسيوم الذائبة مثل كلوريد الكالسيوم لتعويض تلك الاملاح التي سبق ترسيبها بالحرارة اثناء التعقيم.
- ٨- خلو اللبن المعقم من الميكروبات تقريبا سواء كانت خضرية او متجرثمة ولذا يمكن حفظ اللبن المعقم بحالة جيدة لعدة أشهر أو حتي بضع سنوات.

الباب السادس

المنتجات اللبنية الخاصة

المنتجات اللبنية الخاصة هي اصطلاح يطلق علي مجموعة من منتجات اللبن السائلة التي تعامل معاملة خاصة مثل اللبن المجنس، الالبان ذات الخثرة الطرية، اللبن المجفف المعاد ذوبانه، لبن الشيكولاته واللبن المطعم بفيتامين د.

أولاً: اللبن المجنس Homogenized milk

المقصود بالتجنيس هو تجزئة حبيبات الدهن الصلبة في اللبن أو القشدة المستحلب الصلبة لتعطي مستحلباً ثابتاً لا ينفصل عند تركه مدة من الزمن.

وتتم عملية التجنيس بتمرير اللبن في جهاز يسمى المجنس Homogenizer، تحت ضغط خلال فتحة صغيرة تختلف في التركيب باختلاف صمام المجنس ويمكن تعريف اللبن المجنس كالآتي: اللبن المجنس هو ذلك اللبن الذي عومل بطريقة التجنيس بغرض تفكك أو تفتيت حبيبات الدهن الي درجة لا تظهر طبقة قشدة منفصلة ظاهرة بعد ٤٨ ساعة من التعبئة.

تستعمل انواع مختلفة من اجهزة التجنيس اشهرها:

انواع المجنسات:

١- المجنسات ذات الضغط المرتفع:

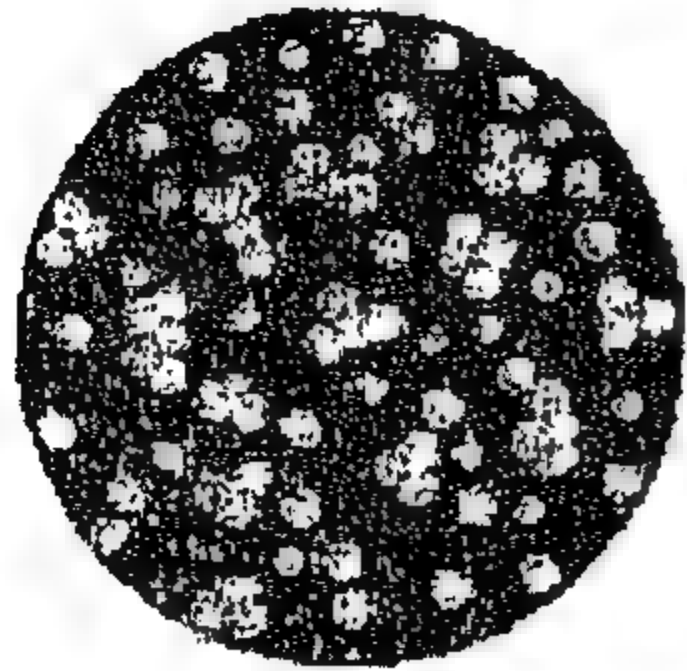
وفيها تسحب المادة المراد تجنيسها علي درجة ٦٣-٦٦ °م الي داخل اسطوانات ثم تدفع تحت ضغط بواسطة مكابس فتمر من فتحة ضيقة يتحكم فيها صمام التجنيس.

٢- المجنسات ذات الضغط المنخفض:

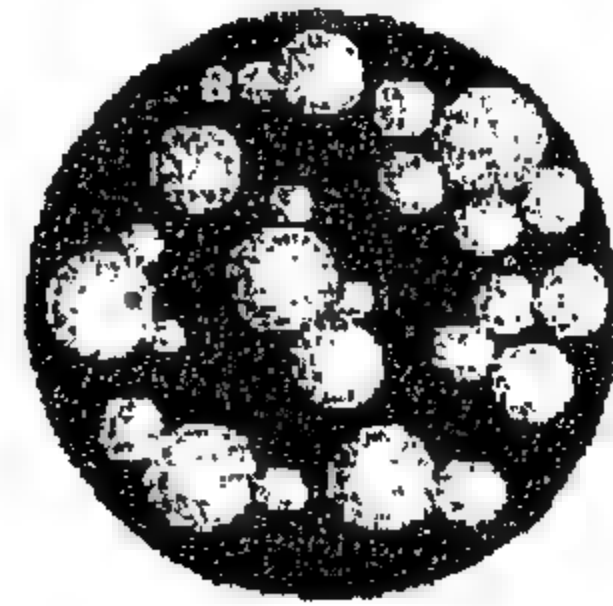
وهي تعمل علي ضغط اقل من ٥٠٠ رطل علي البوصة المربعة .

تأثير عملية التجنيس على اللبن:

- ١- يقل قطر حبيبات الدهن ويزداد عددها ٢٠٠ مرة .
- ٢- تزداد كمية الكازين الملتصقة علي سطح حبيبات الدهن فبينما تكون النسبة في اللبن غير المجنس ٢% ، تصبح في اللبن المجنس ٢٥% وتؤدي زيادة تلك الاغشية البروتينية حول الحبيبات الي زيادة كثافتها ولذا لا تصعد الي اعلا بسهولة.
- ٣- تزداد لزوجة اللبن المجنس بسبب زيادة عدد حبيبات الدهن .
- ٤- يظهر طعم اللبن المجنس اكثر دسامة نتيجة تفتت حبيبات الدهن وانتشارها باللبن.
- ٥- يؤدي تجنيس اللبن الي تكوين خثرة طرية عند التجين.ومن المرجح ان يكون اسهل هضما من اللبن غير المجنس.
- ٦- يتعذر فصل القشدة من اللبن المجنس باستعمال الفراز ، وذلك لصغر حجم الدهن وصعوبة ازالة الغشاء البروتيني الموجود حول الحبيبات.
- ٧- القشدة المجنسة يصعب خضها او خفقا لصغر حجم الحبيبات وصعوبة ازالة الغشاء البروتيني الموجود حول حبيبه الدهن.
- ٨- تكتسب المثلوجات اللبنية نعومة خاصة نتيجة عملية التجنيس.
- ٩- تؤثر عملية التجنيس علي لون اللبن فيصبح اكثر بياضا ويرجع سبب ذلك الي زيادة عدد حبيبات الدهن العالقة باللبن والتي لها قدرة علي انعكاس وتوزيع الضوء.



حبيبات الدهن بعد التجنيس



حبيبات الدهن قبل التجنيس

تحضير اللبن المجنس:

يلزم لانتاج لبن مجنس جيد الصفات استعمال اجهزة خاصة لتسخين اللبن بالطريقة السريعة Flash method ووجود منقي Clarifier ومجنس واجهزة البسترة والتبريد ويمكن تنفيذ العملية كالآتي:

- ١- تسخين اللبن بالطريقة السريعة الي 60°C .
- ٢- مجنس اللبن سريعا علي ضغط ٢٠٠٠ رطل علي البوصة المربعة.
- ٣- ينقي اللبن بدفعه خلال المنقي بمجرد تركه للمجنس.
- ٤- يبستر علي درجة حرارة 63°C لمدة ٣٠ دقيقة بعد التنقية مباشرة.
- ٥- يبرد الي درجة حرارة $4,5^{\circ}\text{C}$ او اقل.

ثانيا: الالبان ذات الخثرة الطرية:

Salt curd milk

وهي عبارة عن اللبن الذي يكون خثرة طرية عند تجبنه بالمنفحة او الببسين ، ويكون لبن الام خثرة طرية عند تجبنه بالمعدة ويسهل هضمه عند الاطفال اكثر من لبن الابقار الذي يكون خثرة صلبة ولذا يعدل تركيب لبن الابقار كي يماثل لبن الامهات ، وتشمل تلك الطرق خفض الجذب الخثري والتخفيف بالماء والتحميض بحامض اللاكتيك او احماض اخري وكذلك الغليان.

ومن المواد التي تسبب صلابة الخثرة الدهن والكازين وفوسفات الكالسيوم ويؤثر تركيزها وحالة انتشارها أو تعليقها علي خواص الخثرة.

- طرق تحضير الالبان ذات الخثرة الطرية:

هناك عدة طرق يمكن بها تحضير هذا الناتج وتحتاج معظمها الي طرق صناعة خاصة مثل اضافة الانزيمات والاملاح الي اللبن او ازالة الكالسيوم والفوسفور من اللبن بالتبادل الايوني واهم هذه الطرق هي:

١- الالبان ذات الخثرة الطرية بطبيعتها:

تختلف البان الحيوانات الفردية في قوة جذب الخثرة حيث ان هذه صفة ثابتة بكل منها ، حيث تدر بعض الابقار لبنا ذي خثرة طرية ومثال ذلك ابقار الفريزيان ثم الايرشير والبراون سويس ثم الجرسى فالجرنسى وتحتوي الالبان ذات الخثرة الطرية علي نسبة منخفضة من الجوامد الكلية والجوامد غير الدهنية والدهن وتسبب اصابة الحيوان بمرض التهاب الضرع نقص قوة جذب الخثرة في لبن الضرع او الريع المصاب كما يتوقف الاثر علي درجة الاصابة.

٢- المعاملة الحرارية :

تتخفض قوة جذب الخثرة باستعمال درجة الحرارة المرتفعة ولذا غالبا ما يسخن اللبن المستعمل في تغذية الاطفال الي درجة الغليان. وهذا الاجراء يؤدي الي القضاء علي الميكروبات وينتج لبنا ذي خثرة طرية ، كذلك اللبن المكثف لا تظهر به قوة جذب نظرا لدرجة الحرارة المستعملة والتجئيس. ويعتبر هذا سببا من اسباب كثرة استعمال اللبن المكثف في تغذية الاطفال.

٣- التجئيس:

يؤثر التجئيس علي قوة جذب الخثرة فيخفضها .

٤- تبادل المعادن:

ويزال بهذه المعاملة حوالي ٢٠% من الكالسيوم الاصلي وكمية مماثلة من الفوسفور باللبن، كما يزال جزء بسيط من بروتين اللبن بواسطة الادمصاص وكمية ضئيلة من الدهن.

٥- المعاملة بالانزيمات:

تقل قوة جذب الخثرة عند معاملة اللبن بانزيمات خاصة المحللة للبروتين مثل التربسين.

- اضافة الاملاح:

تقل قوة جذب الخثرة باضافة الاملاح الاتيه الي اللبن: سترات الصوديوم، بيرو فوسفات الصوديوم، سادس ميتا فوسفات الصوديوم. هذا ويلزم عمل دراسات علي تأثير الاملاح علي التغذية قبل استعمالها في صناعة الالبان.

ثالثا: اللبن المجفف المعاد ذوبانه:

Reconstitution of dried milk

يجري تحضير مثل هذا اللبن في البلاد التي لا يتوفر فيها انتاج اللبن الخام بكمية تكفي حاجة الاستهلاك او يتعذر انتاج اللبن النظيف نظرا لنقص في الوعي الثقافي لدي المنتجين او ضعف الامكانيات التي يلزم توفرها لانتاج مثل هذا اللبن. وتوجد اجهزه خاصة بمصانع الالبان لاسترجاع اللبن المجفف باذابته في الماء واعادة تحويله الي لبن سائل. ويتكون جهاز الاذابة او الاسترجاع من حوض مزود بمقلبات آلية وبوحدة التسخين وطلمية ماصه كابسه.

طريقه تحضير اللبن المجفف المعاد ذوبانه:

توضع الكمية المناسبة من الماء بالحوض وهي الكمية التي تسمح بالحصول علي مكونات اللبن بعد الاذابة بنسبة وجودها باللبن الخام،

ثم يسخن الماء إلي درجة حرارة لا تقل عن ٤٦°م ولا تزيد عن ٤٩°م، ويضاف مسحوق اللبن تدريجيا عن طريق قمع مثبت اعلا الحوض، بحيث يمر خلال منحل لحجز الجزيئات الكبيرة المتكتلة فيتم خلط المسحوق بالماء بواسطة المقلبات كما تقوم الطلمبة في الوقت نفسه بسحب اللبن المحضر من اسفل الحوض واعادته اليه من اعلا مع تكرار هذه العملية حتي تمام اذابة اللبن المجفف ويخزن اللبن المسترجع بعد ذلك في خزانات خاصة علي درجة حرارة منخفضة ٤,٥°م لمدة ٣ ساعات علي الاقل، لاستكمال عملية التآدرت Hydration للبروتين وحتى تأخذ مكونات اللبن اتزانها الطبيعي في المحلول.

هذا وقد يستعمل الجنس للمساعدة في خلط المادة الدهنية مع محلول اللبن الفرز في الماء. و يجب التأكد من جودة صفات اللبن الكامل المجفف قبل استعماله بحيث يكون خاليا من الطعم المتأكسد او المتزنخ ويستعمل اللبن المحضر طازجا بقدر الامكان ومما يساعد علي ذلك استلام شحنات من اللبن الكامل المجفف الطازج علي دفعات بدلا من استلامه مرة واحدة ثم تكديسه بالمخازن حيث ان ذلك يعرضه للتلف و حدوث تغيرات في الطعم غير مرغوبة.

رابعاً: لبن الشيكولاتة

لبن الشيكولاته عبارة عن لبن مطعم اساس بالكاكاو او الشيكولاته ومحلي بالسكر ، وتتص المواصفات القانونية في الولايات المتحدة علي انه عند تسمية الناتج بلبن الشيكولاته يجب ان يحتوي علي نسبة من دهن اللبن لا تقل عن النهاية الصغري المطلوب وجودها في اللبن الكامل ، وفي حالة عرض ناتج من اللبن الشيكولاته يحتوي علي نسبة

دهن اقل من ذلك فتحتم لوائح تلك الولايات علي الا يحتوي عنوان الناتج علي لفظ لبن، ولذا يسمى الناتج في هذه الحالة بشراب الشيكولاته Chocolate drink ويكون اللبن المستعمل في صناعته اما لبن فرز او لبن به قدر من الدهن يحتوي فيه الناتج علي ٢% دهن.

الاهمية الاقتصادية للبن الشيكولاته:

ولهذا الناتج اهمية اقتصادية حيث تنشط تجارة اللبن ويساعد علي زيادة استهلاكه وتدل احدي التجارب علي ان وجود لبن الشيكولاته في نفس السوق الذي يباع به اللبن العادي ادي الي زيادة استهلاك اللبن العادي بمقدار ١٨%.

المواد الداخلة في صناعة لبن الشيكولاته:

١-اللبن

٢-مواد التطعيم الاساسية

٣-مواد التطعيم الثانوية

٤-مادة التحلية

٥-مواد التعليق او التثبيت Stabilizers

١- اللبن:

يفضل استعمال اللبن الكامل في تحضير هذا الصنف حيث يكون طعمه وقيمته الغذائية افضل من حالة اللبن المنخفض الدهن او اللبن الفرز، ويستعمل في تصنيعه اللبن السائل عادة ويجب ان يكون جيد الصفات الكيماوية والبكتريولوجية.

٢- مواد التطعيم الاساسية:

تستعمل الشيكولاته الخام غير المحبلة من النوع Chocolate liquor عادة، وقد يستعمل الكاكاو في بعض الأحيان، والكاكاو عبارة عن الشيكولاته الخام بعد استخلاص نسبة كبيرة من دهنها ويراعي صغر حجم جزيئات المادة المطلوبة. وتتراوح النسبة اللازمة من الكاكاو بين ١-١,٥% من الوزن النهائي وفي حالة استعمال الشيكولاته الخام تكون النسبة ١,٥-٢,٥% ويرجع سبب زيادة الكمية المستعملة من الشيكولاته عما في حالة الكاكاو الي زيادة نسبة ماتحتويه الشيكولاته من الدهن عن الكاكاو، وبذا تقل نسبة المواد المطعمة في الاول عنه في الثاني.

٣- مادة التحلية:

المادة المستعملة في ذلك هي عادة السكروز، هذا ويجب الا تزيد الكمية المضافه منه عن اللازم لاعطاء حلاوة لا تحجب طعم الكاكاو اللبني. وقد وجد ان نسبة ٦-٨% سكروز نسبة ملائمة. وان اكثر من ذلك تكون زائدة الحلاوة ومائلة تجعل المستهلك يشعر بالشبع ويسام الناتج بسرعة.

٤- مواد التطعيم الثانوية:

واهمها الملح والفانيليا والقرفة ومسحوق اللبن المضاف اليه مستتبت الشعير ، وعند اضافة احد او بعض هذه المواد يراعى ان تكون الكمية المضافة محدودة وقليلة جدا ولا يجب ان يظهر لها طعم بمفردها مستقل خاص بها بل تكون وظيفتها اما لاظهار الطعم كما في حالة تأثير الملح لاظهار الطعم السكري.

٥- مواد التعليق او التثبيت: Stabilizer

الغرض من اضافة هذه المواد هو ابقاء حبيبات الدهن من جهة وجزيئات الكاكاو من جهة اخرى علي حالة تعلق وذلك يعوق انفصال

طبقة القشدة فوق سطح اللبن من ناحية ، كما تمنع ترسيب جزيئات الكاكاو في قاع الانية من ناحية اخري ومن اهم انواع مواد التعليق المستعملة في صناعة لبن الشيكولاته مايلي:

أ - النشا جيد الذوبان: ويضاف بنسبة ١-١,٥% من المخلوط ويضاف علي الساخن ٨٢,٥°م مع التقليب لمدة حوالي ١٠ دقائق حتي نضمن تمام اذابته وبذلك يكون له القدرة علي تكوين حالة هلامية في المخلوط.

ب- الجيلاتين: ويضاف بنسبة ٠,٢-٠,٤% من وزن المخلوط ويلاحظ عند اضافته ان تعطي فرصة للتأدرت Hydration أي لامتصاص بعض الماء بواسطه الجيلاتين حتي تسهل اذابته تماما عند رفع درجة الحرارة.

ج - صمغ النباتات البحرية: ومنها الآجار والكراجين Garageen. الجينات الصوديوم cocoloid وتضاف الي المخلوط وهو ساخن علي درجة حرارة ٦٣-٦٦°م بنسبة ٠,٢-٠,٣%.

وبصفة عامة يجب ان تكون الكمية المضافة من مواد التعليق اقل ما يمكن لتأدية الغرضين المطلوبين وهما منع تكوين طبقة القشدة ومنع ترسيب الكاكاو وذلك حتي لا تزيد اللزوجة في المخلوط كثيرا فيلتصق بالفم ويشعر المستهلك بالشبع بسرعة، مما يؤدي الي الحد من استهلاكه كما ان زيادة اللزوجة تساعد علي حبس فقائيع الهيدروجين في الجزء العلوي من الانية فتعطي الناتج مظهر اللبن الذي حصل فيه تخمر وتكونت به غازات.

- طريقة تحضير لبن الشيكولاته:

يحضر لبن الشيكولاته باستعمال احدي الطريقتين وهما:

- ١- يضاف اللبن الي الشراب المركز Syrup السابق تحضيره أي ان العملية تجري علي خطوتين وتتبع في حالة تحضير كميات محدودة من لبن الشيكولاته وكذلك في حالة عدم توفر الدراية والمعرفة الفنية.
- ٢- تضاف المكونات غير اللبئية وهي علي حالة جافة الي اللبن عند التصنيع وتذاب فيه بالتسخين أي ان الناتج النهائي يحضر في خطوة واحدة وتتبع هذه الطريقة عند تحضير كميات كبيرة من اللبن وفي حالة توفر الخبرة والمعرفة.

- الصعوبات الناشئة اثناء التحضير:

- ١- انفصال طبقة القشدة: ويتغلب عليها بالآتي:
 - أ- تسخين المخلوط الي درجة حرارة مرتفعة ولمدة طويلة (٧١°م لمدة نصف ساعة او ٨٢,٥°م لمدة ١٠ دقائق) مع التقليب وبذلك تقضي علي ظاهرة تكوين القشدة.
 - ب- تجنيس اللبن بعد رفع درجة حرارته الي ٦٠-٦٦°م قبل اضافة الكاكاو وباقي مكونات المخلوط اليه ثم يسخن المخلوط بعد ذلك.
 - ج- اضافة مواد تعليق او استحلاب.
- ٢- ترسيب الكاكاو: يلاحظ في الطرق البسيطة لعمل لبن الشيكولاته ترسيب الكاكاو في قاع الآنية ووجود الزاسب في حد ذاته يظهر الناتج بمظهر عدم التجانس وللتغلب علي هذه الصعوبة تتبع احدي الوسائل التالية:
 - أ- استعمال نوع جيد مناسب من الكاكاو .
 - ب- استبعاد الاجزاء غير الذائبة في المخلوط.
 - ج- زيادة نعومة الطحن للكاكاو.
 - د- اضافة مواد اعلي كثافة من اللبن السائل كالنشا بنسبة ٥ر - ١٠% او اللبن الفرز المجفف بنسبة ٥%.

هـ- اضافة مواد تعليق تمنع الترسيب بتأثيرها الغروي.

- القيمة الغذائية للبن الشيكولاته:

ترجع القيمة الغذائية لهذا الناتج الي مكونات اللبن، ثم الي ما يضاف اليه من السكر ومحتواه من الكاكاو الذي يضاف اليه طعاما محببا لدي الكثيرين.

ويعتبر الكاكاو مادة غذائية غنية نسبيا في الدهن ويحتوي علي نسبة متوسطة من المواد الازوتية ونسبة من الحديد والكالسيوم وفيتامينات أ، والثيامين والنياسين والريبوفلافين ويتضح من ذلك ان لبن الشيكولاته يحتوي علي نسبة اكبر من الجوامد الغذائية وله قيمة حرارية اعلي من اللبن الأصلي الذي يدخل في تحضيره.

خامسا: اللبن المطعم بفيتامين د

يعتبر فيتامين د ذو اهمية كبيرة في تغذية الاطفال والكبار اذ انه ينظم تمثيل وامتصاص المواد اللازمة لتكوين العظام وهي الكالسيوم والفوسفور ومصدر فيتامين د في الغذاء هو اللبن والمنتجات اللبنية والبيض ولكن عموما يعتبر اللبن فقيرا في محتوياته من فيتامين د، الا اذا اجري تطعيمه بهذا الفيتامين بطرق خاصة اثناء عمليات الانتاج او التصنيع.

ولقد عرف ان كثيرا من الاسترولات تعمل كفيتامينات مبدئية، وتعطي فيتامين د عند تنشيطها باحدي الطرق واهم تلك الاسترولات هي الارجسترول Ergosterol ومصدره الخميرة او مصدر نباتي ثم $7=Dehydrocholesterol$ وهو موجود باللبن وفي بعض الانسجة النباتية واللبن يعتبر احسن مصدر غذائي للكالسيوم والفوسفور فمن الحكمة تدعيمه بمقدار كاف من فيتامين د وبترأوح مقدار ما يحتويه

اللبن من فيتامين د ٣,١-٤٣,٨ وحدة دولية (I.U) في اللتر، وتزيد الكمية خلال اشهر الصيف وتقل اثناء الشتاء ويرجع ذلك إلى اختلاف مدة التعرض لاشعة الشمس حيث انها هي التي تساعد علي تمثيله النهائي.

- الطرق المستعملة لتطعيم اللبن بفيتامين د:

١- تغذية الحيوان علي عليقة تحتوي علي خميرة معرضة للأشعاع.

٢- تعرض اللبن للأشعاع المباشر Irradiation

٣- إضافة مستحضرات فيتامين د الي اللبن

أ - تغذية الحيوان علي عليقة تحتوي علي فيتامين د

ب- تعرض اللبن للأشعاع المباشر

ج - إضافة مستحضرات فيتامين د الي اللبن

الباب السابع

المنتجات الدهنية اللبنية

١-المنتجات الدهنية اللبنية:

تشمل عدة نواتج أهمها القشدة وهي تحتوي علي جميع مكونات اللبن ويوجد الدهن فيها في صورة أكثر تركيزا من اللبن وتتراوح نسبته بها ما بين ١٢% في القشدة تحت المعدلة الي حوالي ٣٥-٤٠% في القشدة المخفوقة الي ٨٠% في القشدة المركزة.

ومن أهم النواتج الدهنية وأكثرها انتشارا هو الزبد ونسبة الدهن به لا تقل عن ٧٨% في النوع الفلاحي ٨٠% في زبدة المائدة، وإذا ما ازداد تركيز الدهن الي درجة كبيرة تصل الي ٩٨,٥-٩٩% فإن الناتج يطلق عليه عندئذ السمن. ويعمل تركيز الدهن في هذه النواتج علي إطالة مدة حفظها وتوجد علاقة طردية ما بين درجة تركيز الدهن وطول فترة الحفظ فالسمن علي سبيل المثال اطول حفظا من الزبد والزبد اطول حفظا من القشدة وهكذا. ويرجع ذلك الي انخفاض نسبة الجوامد الصلبة اللادھنية عند زيادة تركيز الدهن بالاضافة الي انخفاض الرطوبة وهذا يعوق نمو غالبية انواع الميكروبات، والمنتجات الدهنية لها قيمة غذائية عالية نظرا لارتفاع نسبة الدهن بها والذي يعتبر احد مصادر الطاقة فيعطي جرام الدهن ٩ سعرات حرارية. كذلك فان دهن اللبن يتميز باحتوائه علي الاحماض الدهنية الضرورية لجسم الانسان بالاضافة الي الفيتامينات الذائبة في الدهن مثل فيتامينات A, D, E, K بالاضافة الي الفوسفوليبيدات والستيرولات وهي توجد في جميع الخلايا الحية خاصة في المخ والانسجة العصبية والدم والصفراء والي جانب ذلك فهذه المنتجات

الدهنية تحتوي علي باقي مكونات اللبن الغذائية بدرجة متفاوتة ولا تخفي اهميتها الغذائية لجسم الانسان.

تعتمد القدرة الحفظية للمنتجات الدهنية بدرجة كبيرة علي انتاج لبن نظيف فمثلا اللبن المستخدم في صناعة القشدة يجب ان يكون ناتجا من حيوانات خالية من الامراض ولو ان البسترة تقضي علي البكتيريا المرضية الا انها لا تقضي علي التلف او الضرر الناتج من نشاط تلك الميكروبات. بالاضافة الي ذلك يجب ان يكون اللبن خاليا من الطعوم الغريبة مثل الطعوم الناتجة عن تغذية الحيوان علي بعض المواد النباتية مثل الثوم والبصل حيث تنتقل هذه الطعوم من اللبن الي القشدة ثم الي الزبد، ايضا يجب العناية بنظافة الادوات والالواني التي تلامس اللبن والقشدة حيث ان الالواني غير النظيفة تلوث اللبن بكثير من الميكروبات والتي تؤدي بدورها الي حدوث تخمرات وطعوم غير مرغوبة بالاضافة الي ذلك يجب ان تكون الالواني والادوات من معدن غير قابل للصدأ حتي لا يتلوث اللبن بآثار بعض المعادن مثل النحاس والحديد التي تساعد علي اكسدة دهن اللبن وينتج عن ذلك ظهور طعوم غير مرغوبة في الزبد وتقلل القدرة الحفظية للزبد.

صناعة القشدة:

طرق الحصول علي القشدة من اللبن:

توجد طريقتين للحصول علي القشدة من اللبن:

الطريقة الاولى: الحصول علي القشدة علي اساس الجاذبيه الارضيه بالتزقيد في الشوالي كما في مصر او في اوعية عميقة او ضحلة كما في الخارج.

الطريقة الثانية: والاكثر شيوعا هي طريقة الفرز باستعمال قوة الطرد المركزي وذلك باستعمال اجهزة تعرف باسم الفرازات Separators

والغرض الاساسي من فصل القشدة هو تجميع دهن اللبن بدرجة اكثر تركيزا يسهل معه اجراء عملية الخض Churning عليها للحصول علي الزيت او بغرض استهلاكها مباشرة وعملية فصل القشدة تعتمد اساسا علي اختلاف كثافة حبيبات الدهن (٠,٩٣) عن كثافة سيرم اللبن (١,٠٣٦).

أولاً: استخلاص القشدة بطريقة الترقيد:

وتستخدم طريقة الترقيد للحصول علي القشدة الفلاحية في الريف المصري وتتم بوضع اللبن في اوعية فخارية عميقة تتسع للشحار أطال لبن يترك فيها حتي تتكون طبقة من القشدة وذلك في غضون يوم الي ثلاثة ايام.

ولما كانت الشوالي او المتارد مسامية فانه يصعب تنظيفها وتعقيمها مما يؤدي ذلك لوجود الميكروبات في هذه المسام مما يسرع من تلف اللبن وللتغلب علي ذلك تجري عملية يطلق عليها توديك لهذه الآنية وذلك بتنظيفها ودعكها من الداخل والخارج بلبن رايب ثم تسمط في الفرن لسد هذه المسام.

وعادة مايتم الحلب مباشرة في هذه الاواني وتترك حتي تتكون طبقة القشدة ويبدأ موسم الترقيد في مصر في اواخر اكتوبر وينتهي في اوائل ابريل نظرا لبرودة الجو وهذه تساعد علي سرعة تكون طبقة القشدة وعدم فساد اللبن سريعا. وعادة ماتفصل طبقة القشدة باليد عند تجبن اللبن الرايب - وانفصال الشرش منه. وهذه القشدة عادة ماتستعمل في صناعة الزيت اما اللبن الرايب فيصنع الي جبن قريش.

وتتأثر سرعة تكون طبقة القشدة بعدد من العوامل نوجزها فيما يلي:

- ١- وجود الاجلوتينات علي سطح الحبيبات فيعمل كماده لاصقه لحبيبات الدهن مع بعضها فتكبر في الحجم مما يسرع من تكون طبقة القشدة.

٢- تؤثر درجة حرارة الترقيد والمعاملة الحرارية السابقة للبن علي سرعة ومدى تكون طبقة القشدة فتسخن اللبن البقري الي درجة اعلي من 70°C تؤدي الي عدم تجمع الحبيبات الدهنية بالرغم من انخفاض اللزوجة وذلك لتلف او تغير القدرة اللاصقة للمواد الاجلوتينية وعلي العكس يؤدي تبريد اللبن الي درجة $7-8^{\circ}\text{C}$ الي سرعة عملية فصل القشدة بالرغم من ارتفاع اللزوجة وتجدر الاشارة هنا الي ان ارتفاع درجة الحرارة يناسب ترقيد اللبن الجاموسي لعدم احتوائه علي مواد لاصقة او وجودها في صورة غير نشطة وبذلك تتمشي مع قانون ستوكس حيث يعمل ارتفاع درجة الحرارة النسبي الي خفض اللزوجة وبالتالي لسرعة تصاعد حبيبات الدهن وانسب درجة لترقيد اللبن الجاموسي هي درجة 15°C .

٣- تقلب اللبن او رجه اثناء الترقيد يقلل من حجم طبقة القشدة المتكونة ويزيد من الفاقد في الدهن في اللبن الفرز.

٤- اضافة المواد اللاصقة مثل الجيلاتين او بعض الصمغ يسرع من تكون طبقة القشدة بالرغم من انها تزيد من اللزوجة فهي تساعد علي التصاق حبيبات الدهن وسرعة صعودها الي اعلي.

ثانياً: استخلاص القشدة بطريقة الطرد المركزي:

Centrifugal separation

تعرف قوة الطرد المركزي بانها القوة التي تسبب دوران جسم معين بعيداً عن مركز الدوران وتتناسب هذه القوة تناسباً طردياً مع كثافة المواد.

وتعرف الاجهزة التي يتم عن طريقها فصل القشدة علي هذا الاساس بالفرازات Separators وقوة الفصل المتولدة في مخروط الفراز اقوي عدة مرات من قوة الجاذبية الارضية وهذه القوة تدفع الاجزاء الاقل كثافة في اللبن (الدهن) في صورة قشدة الي مركز

المخروط بينما تدفع اللبن الفرز الي الخارج قُرب جدار المخروط وكذلك فان الشوائب والقاذورات والتي لها كثافة اعلا بكثير من اللبن الفرز تدفع الي الخارج بقوة اكبر بحيث تلتصق مجتمعة علي جدار المخروط من الداخل وتعرف بوحل الفراز وادي اختراع الفرازات وتحسينها الي ثورة في صناعة الزيت فأصبح بالامكان الحصول علي القشدة المرتفعة في نسب الدهن والتي يسهل خضها مما شجع المنتجون لنقلها الي مصانع الزيت والتي تقع في مناطق بعيدة عنهم.

مميزات استعمال الفرازات: Advantages of separators

١- يمكن فرز اللبن القطعان المختلفة والمتباينة في اجسام خبيبات الدهن.

٢- عادة لا تتعدي نسبة الدهن المفقودة في اللبن الفرز عن ٠,٠٥%.

٣- لا يلزم وقت طويل للحصول علي القشدة.

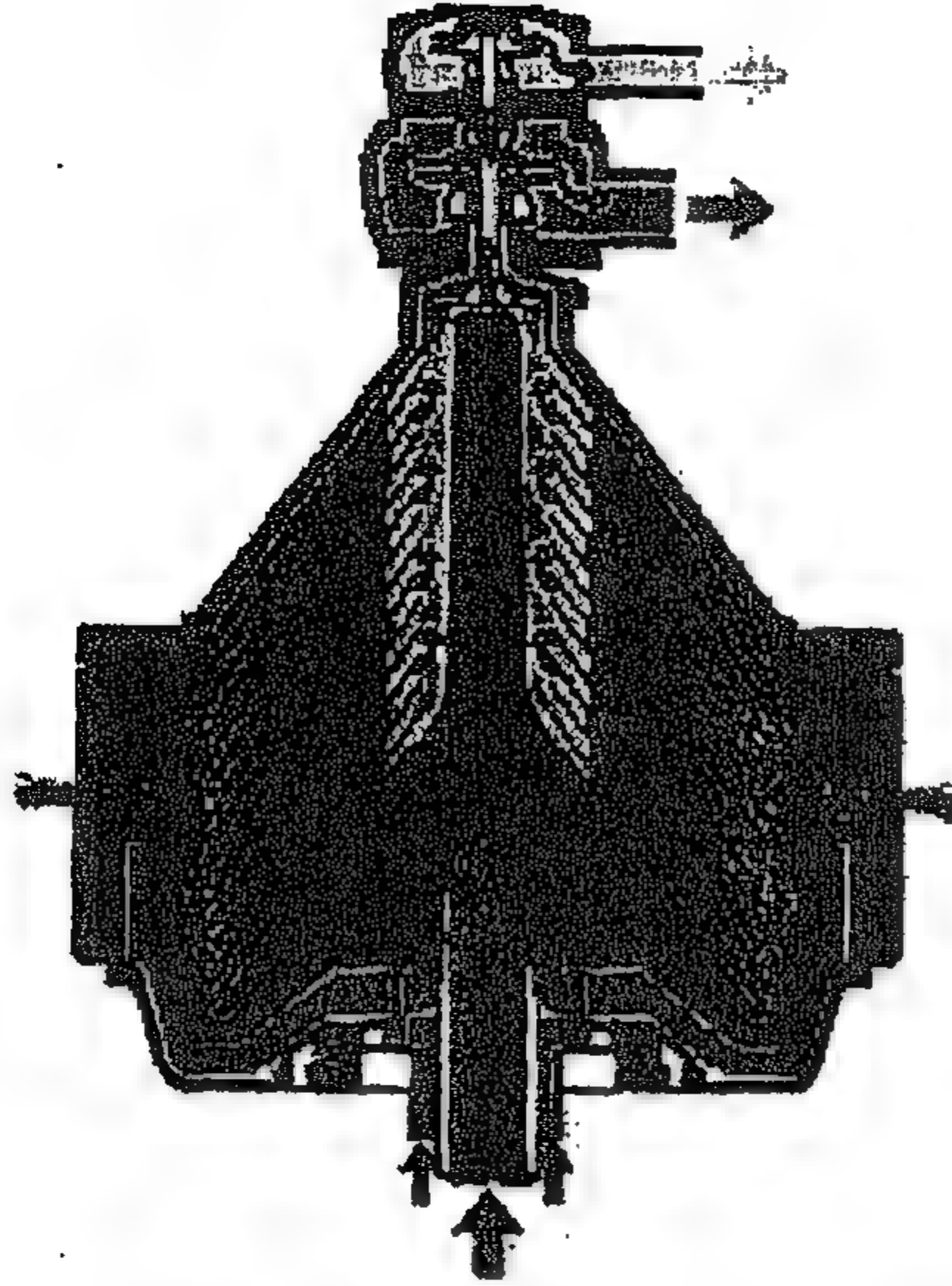
٤- تحتاج لمعدات قليلة لاجراء عملية الفرز.

٥- اللبن الفرز الناتج يكون طازجا مما يعدد اوجه استخدامه.

٦- امكانية الحصول علي نسبة دهن في القشدة محددة.

٧- نظافة القشدة الناتجة لان الفراز يعمل ايضا كمنقي.

٨- اعطت للمنتج استقلال اكثر في عملية التسويق.



مخروط الفرار يوضح عملية فصل القشدة من اللبن

خواص القشدة:

الكثافة: تحتوي القشدة على نسبة عالية من الدهن بالنسبة للبن الكامل لذلك فإن كثافتها أقل منه ومن اللبن للفرز وكلما ازداد تركيز الدهن بها كلما انخفضت كثافتها فالقشدة ١% دهن كثافتها (١,٠٢٣) بينما في القشدة ٥٠% دهن تكون كثافتها (٠,٩٤٧)

الحموضة: يتوقف على نسبة الدهن التي بدورها تحدد نسبة المواد الصلبة الغير دهنية التي ترتبط بالحموضة بدرجة مباشرة فكلما ازدادت نسبة الدهن في القشدة ما كلما انخفضت حموضتها والعكس صحيح.

اللون: ويرجع لون القشدة الى وجود الصبغات الذائبة بالدهن مثل الكاروتين والذي يتوقف تركيزه على نوع الحيوان وسلالته بالإضافة الى نوع العليقة وبالإضافة الى ذلك درجة تركيز الدهن في القشدة.

اللزوجة: وهي العامل المهم المحدد لرضاء المستهلك عن جودة القشدة وتتوقف اللزوجة علي نسبة الدهن وحجم كرات الدهن في القشدة والتي تأثر درجة الحرارة والحموضة وبعض المعاملات الخاصة كالتجنيس والتقليب والتعتيق او اضافة بعض المثبتات مثل الجيلاتين مثلا.

- طرق حفظ القشدة:

تحفظ القشدة بعدة طرق اهمها المعاملات الحرارية من تبريد او تسخين او بزيادة تركيز الدهن او بالتخفيف او باضافة مواد حافظة والغرض الاساسي من كل هذه المعاملات هو وقف نشاط الميكروبات او القضاء التام علي تلك الميكروبات.

١- التبريد:

ويتوقف تأثيره علي درجة الحرارة المستخدمة ودرجة نظافة القشدة فمثلا امكن حفظ القشدة الخام لمدة ٥-٧ أيام علي حرارة ١٢,٥°م اما المبسترة فحفظت لمدة اطول لعدة اسابيع. كذلك فانه علي درجة اقل من الصفر حوالي - ٢٣,٥°م حفظت القشدة المبسترة لمدة ٦ شهور بدون حدوث أي تلف لها والقشدة المجمدة تستعمل غالبا في صناعة المثلوجات اللبنية حيث يجري تجنيس مخاليطها وبذلك امكن التغلب علي عيب انفصال الدهن اثناء التجميد.

٢- التسخين (بسترة او تعقيم):

ويؤدي التسخين عموما الي القضاء علي الميكروبات بشرط ان تكون درجة الحرارة المستخدمة كافية لهذا الغرض حيث انه من المعروف ان الدهن يحمي الميكروبات من تأثير التسخين والغرض الاخر من التسخين هو القضاء علي الانزيمات الغير مرغوبة وخاصة انزيم الليباز وعادة ما تتم بسترة القشدة علي درجة اعلي من اللبن اما

علي درجة ٨٨°م/١٥ ثانية اما بالبسترة البطيئة علي درجة ٦٦°م لمدة نصف ساعة.

وقد تعبأ القشدة في عبوات خاصة ويجري تعقيها علي درجة ١٢١°م لمدة ١٥ دقيقة وتعرف هذه بالقشدة المعلبة وعادة لا تزيد نسبة الدهن بها عن ٢٥%.

٣- التركيز:

يؤدي تركيز الدهن الي جعل القشدة وسطا غير صالحا لنمو كثير من الميكروبات وذلك لانخفاض نسبة المواد الغير دهنية بها من مام وبروتينات واملاح ذائبة وعلي هذا الاساس ظهر نوع من القشدة يسمى القشدة المركزة وعادة ما تحتوي هذه علي ٨٠% دهن وتخزن علي درجات حرارة منخفضة - ٢٣,٥°م.

كذلك تعتبر صناعة السمن او الزبد من طرق تركيز الدهن لزيادة فترة حفظها وعادة لا تقل نسبة الدهن في الزبد عن ٨٠% وفي السمنه عن ٩٨%.

٤- التجفيف:

وفي هذا الناتج تركز نسبة الدهن تماما ويتخلص من كل الماء الموجود بالقشدة مما يساعد علي حفظها لمدة طويلة وهو نفس الاساس في صناعة الالبان المجففة ويجري تجفيف القشدة الآن باستعمال طريقة التجفيد.

٥- اضافة المواد الحافظة:

وهي اقل طرق حفظ القشدة انتشارا وعديد من البلدان تحرم قوانينها اضافة أي مواد غريبة الي المنتجات اللبنية مثل الفورمالين والكربونات والبيكربونات ولكن قد تضاف نسبة من ملح الطعام قد تصل الي ١٠% الي القشدة وذلك في الارياف بغرض زيادة مدة حفظها حتي يتم تجميع كمية مناسبة منها او نقلها الي المصانع اليدوية

حيث يتم تحويلها الي زبد بعد غسلها عدة مرات للتخلص من نسبة كبيرة من الملح المضاف.

اصناف القشدة المعروفة:

هناك عدة اصناف من القشدة اشهرها قشدة المائدة، القشدة المخفوقة، القشدة تحت المعدلة، القشدة المركزة، القشدة المسخنة او المسمطة والقشدة الصناعية والقشدة المتخمرة. وفيما يلي سننتعرض بايجاز لخواص اشهر هذه الاصناف.

قشدة المائدة: Table or coffee cream

خواصها:

- ١-نسبة الدهن بها تتراوح ما بين ٢٠-٢٥ %.
- ٢-لها اعلي لزوجة لهذا المدي من نسبة الدهن.
- ٣-لا تسبب بقع زيتية علي سطح القهوة الساخنة.
- ٤-لا تسبب عيب التريش Feathering في القهوة الساخنة.
- ٥-لا تكون طبقة منفصلة من الدهن.
- ٦-اقل كمية من السيرم او اللبن الفرز توجد في قاع العبوة.
- ٧-لا تظهر أي رواسب مرئية.
- ٨-لها نكهة طيبة ولا تحتوي علي أي طعم غذائي او مطبوخ او متأكسد.

- ٩-لا تظهر أي حموضة زائدة.
- ١٠-لها اعلي قدرة لتلوين القهوة.
- ١١-تحتوي علي الحد الادني من الميكروبات.
- ١٢-معبأة في عبوات جيدة جاذبة.

القشدة المخفوقة: Whipped cream

خواصها:

- ١-نسبة الدهن بها اعلي من قشدة المائدة وتتراوح ما بين ٢٤-٤٠%.
- ٢- تتميز بارتفاع لزوجتها.
- ٣-سرعة خفقها لتكوين ناتج ثابت.
- ٤-تجمع صفات قشدة المائدة السابق ذكرها ابتداءً من البند ٥ الي ١٢.

الاساس في عملية الخفق:

الخفق عملية يتم فيها ادماج الهواء في القشدة لتكوين رغوة ثابتة لتركيب قشدي صلب وهذا القولم الثابت الجامد يرجع الي امتصاص البروتين المذتر وتجمعات حبيبات الدهن النصف صلبة علي سطح الخلايا الهوائية المتكونه نتيجة عملية الخفق ويتم دنتره البروتين اثناء عملية الخفق ويساعد في الثبات الميكانيكي لجدر الخلايا الهوائية.

القشدة المسخنة او المسمطة:

وتعرف هذه القشدة في مصر بأسماء متعددة مثل قشدة النار او القشدة البلدية او قشدة الاطباق ومن الامثلة الاجنبية لها النوع المعروف بقشدة ديفون Divon-Shire cream. وفي مصر تصنع من اللبن الجاموسي عادة وتتراوح نسبة الدهن بها ما بين ٥٥-٦١% وتتميز بوضوح الطعم المطبوخ المميز والقوام الهش والتركيب الاسفنجي.

صفات عينة جيدة من القشدة المسمطة:

- ١- ان يكون لها طعم قشدي مطبوخ بدون شياط.

- ٢- ان تكون ذات تركيب اسفنجي خاص .
 ٣- الا تحتوي علي كمية كبيرة من اللبن تحت طبقة القشدة.
 ٤- ان يكون قوامها اسفنجيا هشاً.
 ٥- ان تكون خالية من المواد المائية غير اللبنية.
 ٦- الا يظهر بها الطعم الشحمي الناتج عن انفصال الدهن.

صناعة الزبد

الزبد احد المنتجات للبنية الرئيسية يدخل في تركيبة الدهن بمتوسط ٨٠% بالاضافة الي حوالي ١٧% ماء، ١,٤% ملح، ١,٢% بروتين.

وللزبد قيمة غذائية عالية بالاضافة الي طعمه الجيد وسهولة هضمه حيث يصل معامل الهضم له ٩٧% بالنسبة للدهن، ٩٤% للمواد الصلبة الموجودة في السيرم ويعتبر الزبد مصدر ممتاز للفيتامينات الذائبة في الدهن وخاصة المنتج منه في فصل الشتاء في مصر كذلك فانه يحتوي علي نسبة جيدة من الفيتامينات الذائبة في الماء. ويعرف الزبد في مصر حسب المواصفات القياسية رقم ١٥٤ لسنة ١٩٦٢ والخاص بالالبان ومنتجاتها بأنه الناتج من تجميع حبيبات الدهن التي في اللبن او القشدة او الشرش بالطرق الآلية او اليدوية ويشترط فيه ان يكون طبيعيا في مظهره وقوامه وطعمه وتركيبه وان يكون نظيفا خاليا من الشوائب والعيوب ولا يحتوي علي مواد غريبة او حافظة. وادي التطور في ابحاث الالبان واستخدام البسترة والبادئات الي المساهمة في تحسين انتاج الزبد ويصنع الزبد يا حدي الطمرق التالية:

- ١- يخض اللبن في قربه جلدية.
- ٢- بترقيد اللبن في الشوالي متبوعا بفصل القشدة وخضها باليد في المتارد او القرب الجلدية.
- ٣- يفرز اللبن بالفرازات ثم خض القشدة الناتجة في خضاضات خشبية او معدنية يدوية او ميكانيكية.

نسبة الدهن في القشدة المعدة لصناعة الزبد:

يجب ان تكون نسبة الدهن في القشدة المراد خضها تتراوح ما بين ٣٥-٤٥% ويعاب علي القشدة الخفيفة القوام زيادة تكاليف النقل والتبريد بجانب ذلك فان القشدة الخفيفة القوام تتلف بسرعة ويزيد كمية اللبن الخض الناتج من خض القشدة منخفضة في نسبة الدهن ويؤدي ذلك الي زيادة الفاقد من الدهن في اللبن الخض. وعيوب القشدة المرتفعة في نسبة الدهن ينتج عن صعوبة تصنيعها كما انها مكلفة اقتصاديا عن القشدة الخفيفة، وتؤدي القشدة السمكة الي سد الفراز ويزيد الفاقد من الدهن اثناء نقلها من الاواني ويصعب اخذ العينات منها لتحليل نسبة الدهن وكذلك يصعب خضها.

طريقة انتاج (تحضير) الزبد:

- ١- معادلة حموضة القشدة:
وفي صناعة الزبد بالمصانع تؤدي معادلة حموضة القشدة الي تقليل نسبة الحموضة الي ٠,١-٠,٣%.

الغرض الاساسي من معادلة القشدة:

- ١- تقليل الفاقد من الدهن في اللبن الخض الناتج من خض القشدة الحامضية بعد بسترتها ، حيث ان بسترة القشدة الحامضية تؤدي الي

تجبن الكازين ويؤدي هذا التجبن الحراري الي حجز بعض من الدهن بين جزيئات الخثرة.

٢- تقلل ظهور الطعوم الغير مرغوبة.

٣- زيادة القدرة الحفظية للزبد.

- مواد التعادل القلوية المستخدمة هي:

* مواد التعادل الجيرية: Lime Neutralizers

والمادة الاساسية في هذه المواد هو الكالسيوم (ايدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 أو جير اللبن Milk Lime) وهذه المواد عادة ماتحتوي علي المغنسيوم الموجودة بالمركب.

** مواد التعادل الصودية: Soda Neutralizers

ويستخدم منها بيكربونات الصوديوم NaHCO_3 (ويسمي ايضا بصودا الخبز Baking Soda وكربونات الصوديوم Na_2CO_3 ويسمي ايضا برماد الصودا Soda Ash او خليط من الاثنين). وفي السنين الحديثه تستخدم مخاليط منها تحتوي علي ايدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية Caustic Soda) وتضاف مواد التعادل للقشدة علي درجة حرارة من $23,5 - 24^\circ\text{C}$ حتي يمكن تقليب القشدة بسهولة والتركيز المستعمل عادة مايكون ١٠% وقد تستخدم محاليل مخففة من المواد الصودية يصل تركيزها الي ٥% واطافة القلوي بسرعة مع رفع درجة الحرارة قد يؤدي الي حدوث تصبن جزئي للدهن.

٢- بستره القشدة:

وتعرف بأنها عملية تسخين القشدة لدرجة حرارة كافية لقتل البكتريا المرضية والغرض من بستره القشدة مايلي:

- ١- زيادة القدرة الحفظية للزبد حيث ان البسترة تقضي علي البكتريا والخمائر والفطريات والانزيمات الموجودة بالقشدة.
- ٢- قتل البكتريا المرضية .
- ٣- الزبد الناتج يكون اكثر تجانسا .

- طرق البسترة:

- ١- البسترة البطيئة **Holding Pasteurization** :
وفيها يتم تسخين القشدة في احواض علي درجة حرارة ٧١ - ٧٧°م لمدة ٣٠ دقيقة ثم يتبع ذلك التبريد.
- ٢- طريقة تجمع مابين الطريقة السريعة والبطيئة:
وفيها يتم تسخين القشدة بالطريقة المستمرة الي درجة حرارة ٧١- ٧٧°م ثم تنقل القشدة الي احواض لحفظها مدة ٢٠- ٣٠ دقيقة علي نفس درجات الحرارة السابقة ثم يتبع ذلك التبريد.
- ٣- تسوية القشدة:

الباديء المستعمل في تصنيع الزبد يحتوي علي مزارع معينة من البكتريا في اللبن او في ناتج لبني سائل يضاف للقشدة او الزبد لانتاج زبد جيد الصفات له طعم ونكهه جيدة.

وبدراسة نكهه الزبد الجيد اتضح انها تتكون اساسا من مادة

Diacetyl ومادة Acetylmethylcarbinol

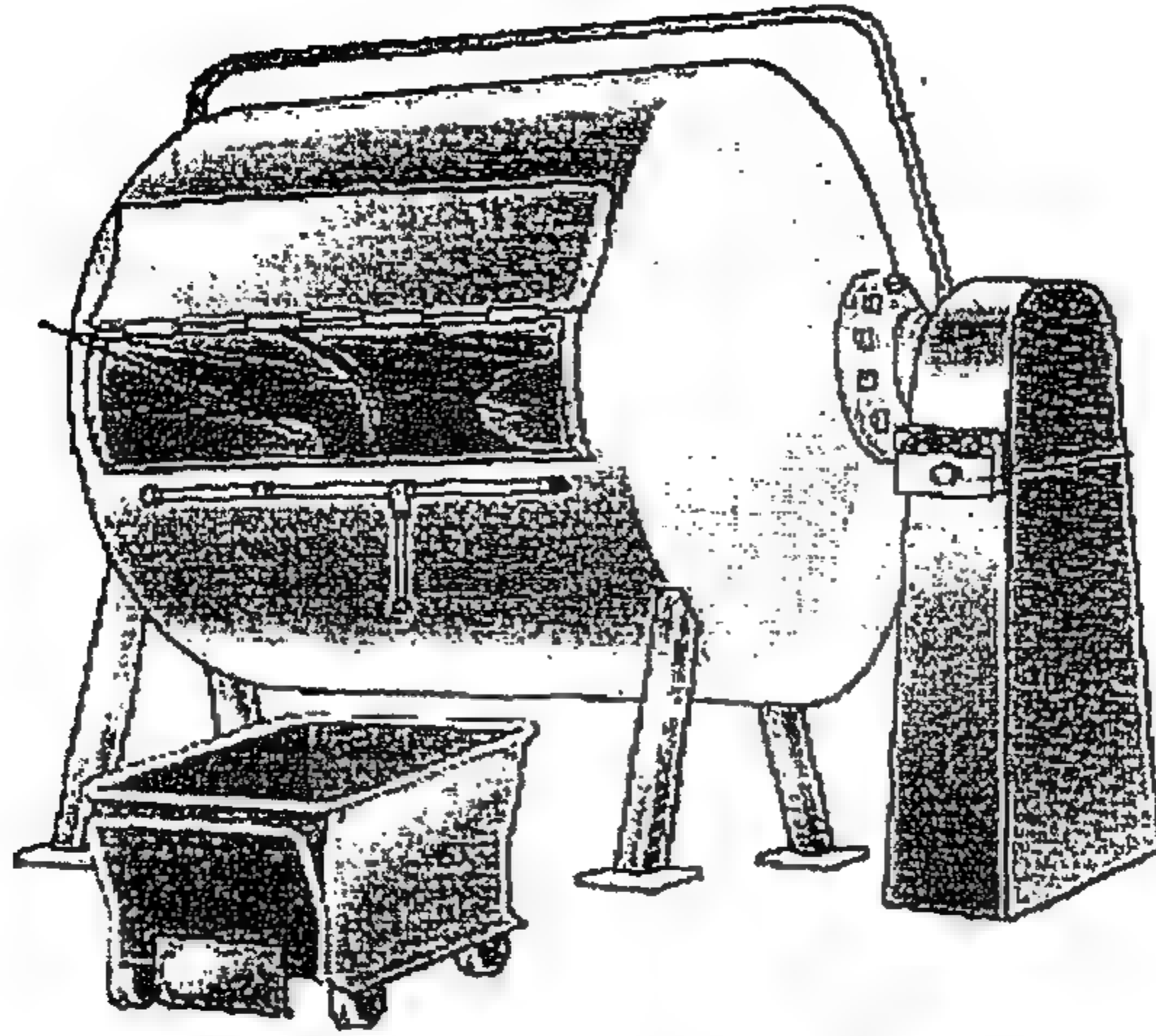
يشترط في اللبن المستعمل كبيئة لنمو بكتريا الباديء ان يكون جيد وتركيبه مناسب كما يجب اتباع الطرق الصحيحة لتلقيح اللبن ببكتريا الباديء والعناية بتحضير الباديء والعوامل الاخرى التي تشترط لانتاج باديء جيد والباديء الجيد يحتوي علي مجموعتين من البكتريا احدهما تنتج حمض اللاكتيك *Lactococcus lactis subsp lactis* والاخرى تخمر حمض الستريك *Leuconostoc mesentroides*

subsp cremoris والنسبة بين المجموعتين يجب ان تكون مناسبة ولقد وجد العالم Hammer ان نسبة بكتريا حمض اللاكتيك Lact. Lactis تكون ٩٠% او اكثر من الباديء الكلي ولا تقل عن ٧٥% ونسبة البكتريا المخمرة لحمض الستريك ٢٥% ولا تقل عن ١٩% وهما يقومان بتخمير سكر اللبن والسترات وانتاج حمض اللاكتيك واحماض طيارة مثل حمض الخليك والبروبيوتيك وثاني اكسيد الكربون ومادة Diacetyl .

ولتشجيع انتاج المواد المسئولة عن ظهور الطعم والنكهه في الزبد الجيد يضاف كميات قليلة من حامض الستريك (٠,٢%) او سترات الصوديوم الي القشدة اثناء التسوية. وقد تلجأ بعض المصانع الي اضافة المواد المسئولة عن الطعم والنكهه مباشرة الي الزبد الناتج خوفا من مخاطر ارتفاع الحموضة في القشدة المعدة لعملية الخض.

٤- الخض: Churning:

الغرض من عملية الخض هو تجميع حبيبات الدهن التي قد توجد علي هيئة مستحلب في اللبن او القشدة مع بعضها لتكوين حبيبات الزبد التي يسهل فصلها عن بقية مكونات اللبن او القشدة (اللبن الخض) وعملية الخض تؤدي الي تكسير الغشاء البروتيني المحيط بحبيبات الدهن وبذلك يقل ثبات مستحلب الدهن، وكفاءة عملية الخض تقاس بالوقت اللازم لانتاج حبيبات الزبد وبمقدار الفاقد من الدهن في اللبن الخض.



الخصاض

اقترحت نظرية لعملية الخض بواسطة Howel & Vand Dam وكذلك بواسطة King والتي اوضحت بعض الحقائق المعقولة لعملية الخض. وهذه النظرية تبني علي اساس بعض الملاحظات الميكروسكوبية لحبيبات الدهن اثناء عملية الخض وتقترح هذه النظرية ان مكونات حبيبة الدهن تتكسر وتنتشر علي سطح فقائيع الهواء وينتج عن ذلك ظهور الدهن الحر (السائل) نتيجة لتعرية الحبيبات من الطبقة الحافظة لها، ويؤدي ذلك الي خروج الدهن السائل نفسه من الحبيبات ويعمل علي تغطية حبيبات دهن اخري جزئيا او كليا وينتج عن ذلك ان تصبح الحبيبات غير محبة للماء Hydrophobic واستمرار تقلب القسدة يؤدي الي زيادة تلاطم او تصادم الحبيبات التي تعمل علي كسر فقائيع الهواء كما ان الدهن الحر يعمل علي عدم ثبات الرغوة حيث ينتشر علي سطح الفقائيع الهوائية ويؤدي الي تدهورها ويحدث تجمع جزئي لبعض حبيبات الدهن الغير ثابتة (المغطاه بالدهن الحر) والتي تتعلق ببعضها في تجمعات ملتصقة بواسطة الدهن الحر الموجودة السطح.

وتبعاً لتلك النظرية فإن القشدة لا يتم خفضها علي درجات الحرارة المنخفضة جداً حيث يؤدي ذلك الي وجود كمية قليلة من الدهن لا تكفي لتغطية الحبيبات الاخرى كما ان درجات الحرارة المرتفعة تؤدي الي تحويل الدهن الحر الي حالة سائلة تماماً ويغطي الحبيبات الدهنية وتصبح غير ثابتة ولكن دون تلاطم او تصادم مع بعضها بواسطة عملية الخض لتكون تجمعات من حبيبات الزبد.

العوامل التي تؤثر علي خض القشدة:

١- درجة حرارة تخزين القشدة:

للحصول علي زبد متجانس وتقليل الفاقد من الدهن في اللبن الخض يجب ان تحفظ القشدة علي درجات حرارة منخفضة او لمدة اطول او كلا الاثنين معا للحصول علي درجة كافية من تصلب الدهون Solidification حيث ان التخزين لفترة قصيرة يتطلب خفض درجة حرارة التخزين. وبذلك يتم الخض في وقت مناسب وينتج زبد جيد متمثل التركيب وتقل نسبة الدهن المفقود في اللبن الخض.

٢- التركيب الكيماوي للدهن:

تأثير التركيب الكيماوي للدهن علي خض القشدة وعلي قوام الزبد يرجع اساساً الي نسب الدهون الطرية Soft (الاحماض الدهنية التي لها نقطة انصهار منخفضة) والدهون المتماسكة (الاحماض الدهنية التي لها نقطة انصهار عالية) الموجودة بدهن القشدة وهذه الاحماض هي التي تؤثر علي مدي صلابة القشدة المبردة وزيادة الدهن الطري يؤدي الي تقليل وقت الخض وتقليل ثبات الزبد وزيادة الفاقد من الدهن في اللبن الخض وانخفاض نسبة الدهن الطري يؤدي الي زيادة وقت الخض وزيادة ثبات الزبد وتقليل الفاقد من الدهن في اللبن الخض وللوصول الي درجة صلابة مناسبة للزبد يجب ضبط حرارة تبريد

القشدة للحصول علي نسب معقولة ما بين الدهن الطري والدهن المتماسك والعوامل التي تؤثر في تركيب دهن الزبد هي نوع الحيوان، موسم الحليب، ونوع الغذاء.

٣- حجم حبيبات الدهن:

تؤثر حجم حبيبات الدهن الموجودة بالقشدة بدرجة واضحة علي عملية الخض وعلي الصفات الطبيعية للزبد. ولقد وجد ان حبيبات الدهن الصغيرة الحجم تكون صعبة الخض عن الحبيبات الكبيرة الحجم.

٤- نسبة الدهن في القشدة:

زيادة نسبة الدهن في القشدة تسرع من عملية الخض حيث ان زيادة تركيز حبيبات الدهن في القشدة يؤدي الي انها تكون قريبة من بعضها وبالتالي تكون اسرع في التجمع والاندماج لتكوين حبيبات الزبد وذلك بخلاف القشدة المنخفضة في نسبة الدهن، يؤدي زيادة نسبة السيرم الموجود بين حبيبات الدهن الي تقليل فرصة تجمعها او اندماجها ولذلك تحتاج الي وقت اطول في الخض لانتاج حبيبات الزبد. ولقد وجد ان القشدة المناسبة لعملية الخض هي التي تحتوي عا ، نسبة دهن ٣٠-٣٥% ويفضل ان تكون ٣٣%.

٥- حموضة القشدة:

القشدة الحامضية تخض اسرع من القشدة الطازجة حيث ان الوسط الغروي للقشدة الطازجة يعيق تصادم حبيبات الدهن ولذلك تحتاج الي وقت اطول لاتمام خضها وزيادة الحموضة تقلل من ثبات الكازين وتؤدي الي ترسيبه و بالتالي نقل لزوجة سيرم القشدة الحامضية وينتج بذلك زيادة حرية حركة حبيبات الدهن التي تتصادم وتتجمع بسهولة ولذلك يقل ز ن الخض.

٦- حمولة الخضاض:

سرعة التقلب تؤثر في الوقت اللازم لاتمام الخض كما ان حمولة الخضاض تؤثر في سرعة الخض، وعادة مايملا الخضاض من ثلث الي نصف سعتة بالقشدة لاتمام عملية الخض بالتقلب الكافي في مدة ٣٠-٦٠ دقيقة وزيادة حمولة الخضاض اكثر من ذلك يؤدي الي زيادة وقت الخض.

٧- اضافة اللون الي الزبد:

اللون الطبيعي للزبد البقري هو اللون الاصفر الذهبي الناتج عن تغذية الابقار علي علائق خضراء ولكن التغذية الجافة ينتج عنها لون اصفر باهت ولتوحيد لون الزبد الناتج علي مدار السنة تضاف مواد ملونه للزبد حتي يكتسب اللون الاصفر المطلوب ويشترط في هذه المواد ان تكون خالية من الطعوم الغريبة والمواد الضارة وان تكون ذائبة في الدهون وتستعمل مواد ذات مصدر نباتي لتلوين الزبد مثل الصبغة المستخلصة من بذور نبات الاناثو.

٥- انتهاء عملية الخض:

تحت الظروف الطبيعية تتم عملية الخض حينما تصل حبيبات الزبد الي الحجم المطلوب (حجم حبيبات القمح) وتبدأ ظهور حبيبات الزبد في صورة حبيبات صغيرة يمكن ليا ان تمر خلال مصفاة اللبن الخض وفي ذلك الوقت يكون اللبن الخض معتم اللون ويحتوي علي نسبة مرتفعة من الدهن ثم يبدأ تجمع هذه الحبيبات الصغيرة في حبيبات اكبر يصل حجمها الي حجم حبه القمح او اكثر قليلا ولا تمر خلال مصفاة اللبن الخض وعند تلك النقطة يفقد اللبن الخض قوامه القشدي وتقل عتامته وتقل لزوجته ويصبح ذائبا.

الفاقد من الدهن في اللبن الخض:

يتراوح الدهن المفقود في اللبن الخض من ٠,٤-٠,٧% بمتوسط قدره ٠,٥% والعوامل التي تؤثر علي زيادة الدهن في اللبن الخض يمكن تلخيصها في الآتي:

- ١-زيادة درجة حرارة الخض وزيادة سرعة الخض .
- ٢- خض القشدة الطازجة علي درجات حرارة عالية .
- ٣-خض قشدة غنية في الدهن .
- ٤-زيادة او انخفاض كمية القشدة في الخضاض .
- ٥-انخفاض حجم حبيبات الدهن في القشدة .
- ٦-حفظ القشدة لمدة قصيرة قبل اجراء الخض .
- ٧-عدم خفض حموضة القشدة الي ٠,٢٥% او اقل .
- ٨-تقليل سرعة الخضاض .
- ٩-ايقاف الخضاض قبل الوقت المناسب .

٦- تصفية اللبن الخض وغسيل الزبد:

يتم التخلص من كمية اللبن الخض الناتج بتصفيته ثم غسيل الزبد والغرض منها هو ازالة اكبر كمية ممكنة من اللبن الخض ويؤدي ذلك الي زيادة القدرة الحفظية للزبد وتماسك قوام الزبد ويجب ان تتم عملية الغسيل حينما تصل حبيبات الزبد الي الحجم المطلوب حتي لا يزيد الفاقد من الدهن في اللبن الخض وتتراوح درجة حرارة ماء الغسيل بين ٧,٥-١٠°م. ويجب ان يكون الماء المستعمل في غسيل الزبد نقي وخالي من الشوائب المرئية حيث ان عدم نقاوة الماء تؤدي الي نتائج :
طعوم غير مرغوبة كما تقلل القدرة الحفظية للزبد . وغالبا مايكون حجم الماء المستعمل مساويا لحجم اللبن الخض الناتج ويغسل الزبد الناتج بالطريقة الصحيحة من قشدة نظيفة مرة واحدة فقط حيث يضاف

اليه ماء الغسيل ويدار الخضاض بضع لفات لتقليل محتوياته وتعريضها لماء الغسيل ثم يصفى الماء خلال المصفاة والزبد الناتج من قشدة رديئة الصفات او مرتفعة الحموضة يغسل اكثر من مرة.

٧- تمليح الزبد:

الغرض من تمليح الزبد هو تحسين الطعم المرغوب للمستهلك وكذلك يؤدي الملح الي زيادة القدرة الحفظية للزبد وذلك بتقليل الفساد البكتيري والكيمائي في الزبد وتتراوح كمية الملح من ٣-٥% من وزن الزبد وتصل الي ٢-٣% في الزبد الناتج نهائيا، ويضاف الملح عادة للزبد الناتج من القشدة الطازجة لزيادة القدرة الحفظية للزبد وقد لا يضاف الملح الي الزبد الناتج من قشدة مرتفعة الحموضة حيث تكفي الحموضة المتكونة لزيادة القدرة الحفظية للزبد.

- طرق تمليح الزبد:

يضاف الملح الي الزبد بثلاث طرق مختلفة:

١- الطريقة الجافة: ينثر الملح الناعم علي حبيبات الزبد داخل

الخضاض او علي مائدة الزبد حيث يذوب الملح وينتشر بانتظام في الزبد ويتوقف ذلك علي نقاوة الملح وذائبته وكذلك علي نسبة الرطوبة في الزبد.

٢- طريقة المحلول الملحي: وفي هذه الطريقة يستعمل محلول ملحي

مشبع ويضاف الي حبيبات الزبد الموجودة في الخضاض ويدار الخضاض عدة لفات ثم تترك الحبيبات في هذا المحلول مدة ١٥-٣٠ دقيقة. ومن مميزات هذه الطريقة انها تؤدي الي توزيع متجانس للملح في الزبد ومن عيوبها انها مكلفة اقتصاديا.

٣- الطريقة الرطبة: وهذه الطريقة وسط بين الطريقتين السابقتين وفيها يندي الملح الجاف قبل اضافته للزبد وقد ينثر الملح المندي علي الزبد كما في الطريقة الجافة او يضاف اثناء تشغيل الزبد.

٨- تشغيل الزبد:

الغرض من هذه العملية هو اذابة الملح وتجانس توزيعه داخل الزبد، وتؤدي هذه العملية ايضا الي تجميع حبيبات الزبد في كتل يمكن تداولها وتعبئتها وتشغيل الزبد يؤدي الي التخلص من اللبن الخض الزائد للتحكم في رطوبة الزبد وفي المصانع الصغيرة يوضع الزبد علي موائد خشبية وتمرر عليها اسطوانات خشبية لعصر الزبد واخراج الماء الزائد. وقد تزود الخضاضات الكبيرة بعصارات توجد داخلها وذلك لتشغيل الزبد بعد الانتهاء من خض الزبد وغسله. وقد تستعمل طرق الطرد المركزي للتخلص من الماء الزائد بالزبد.

وتستمر عملية تشغيل الزبد حتي يصبح الزبد متماسك حيث تصبح حبيبات الزبد ملتحمة مع بعضها لها قوام شمعي صلب والزبد الناتج يكون جاف ومتجانس اللون. واذا قطع الزبد بسكين لا تظهر حبيبات من الماء الحر علي سطح الزبد المقطوع، والتشغيل الغير كافي يتسبب عنه تكوين قوام طري وتتجمع حبيبات ماء مرئية علي سطح الزبد وزيادة التشغيل يؤدي الي انتاج حبيبات من الزبد صلبة وهشة ولون الزبد يصبح معتم.

٩- تعبئة الزبد:

يعبأ الزبد في اشكال واوزان تختلف تبعا لاحتياجات المستهلك وتؤدي عملية تغليف الزبد الي حمايته من التلف والفقد في الوزن والفساد في الطعم وفي المصانع الكبيرة تستعمل اجهزة اوتوماتيكية

لتشكيل ولف الزبد بطريقة سريعة وبأحجام وأوزان مختلفة. وإذا استعمل ورق لتغليف الزبد يجب ان يكون من نوع جيد ويمنع نمو الفطريات علي سطح الزبد وإذا استعمل عبوات من الخشب يجب سد مسام الخشب من الداخل بمادة تمنع الاتصال المباشر بين الزبد والخشب وتجعل الخشب غير منفذ للماء. كما يمنع ظهور الطعم الخشبي في الزبد. وينقل الزبد بعد تجهيزه مباشرة الي ثلاجات حيث يحفظ علي درجات حرارة منخفضة وتختلف درجات الحرارة التي يحفظ عليها الزبد تبعاً لمدة الحفظ.

- الريع: Overrun

يعرف الريع بأنه الفرق بين وزن الزبد النهائي ووزن الدهن المستخدم في صناعة الزبد. ويعبر عنه بنسبة الزيادة علي اساس الدهن المستعمل وتشمل الزيادة محتويات الزبد من المكونات اللاذهنية مثل الرطوبة، الملح، الخثرة، كميات قليلة من اللاكتوز، الحامض والرماد ويوجد طريقتان للتعبير عن الريع هما:

١- الريع النظري: وهو تقدير حسابي لزيادة وزن الزبد عن الدهن الاصلي المستخدم في صناعة الزبد. وعلي اساس نسبة الدهن في الزبد ٨٠% فان كمية الزبد الناتجة نظرياً من ١٠٠ كيلو دهن تكون $100/80 \times 100 = 125$ كيلو زبد، ويكون الريع النظري = $125 - 100 = 25\%$ والريع النظري لا يأخذ في الاعتبار العدم المفقود اثناء عمليات الصناعة مثل الفقد في اللبن الفرز، اللبن الخض وفي آلات التصنيع.

٢- الريع الحقيقي: والريع الحقيقي هو الفرق بين كمية الدهن الاصلية وكمية الزبد الناتج عملياً وعلي ذلك يتأثر الريع الحقيقي بعدة عوامل

منها وزن اللبن واختبارات الدهن للبن والقشدة والفاقد من الدهن في كل من اللبن الفرز واللبن الخض وفي آلات التصنيع.

عيوب الزبد:

تظهر بعض العيوب الشائعة في الزبد أثناء تصنيعه أو تسويقه وتنقسم تلك العيوب الي ثلاث اقسام رئيسية وهي الخاصة بالطعم والنكهة والخاصة بالقوام والتركيب والخاصة باللون.

أولاً: عيوب الطعم والنكهة:

١- الطعم الغذائي: Feed Flavor

ونشأ هذا الطعم في ثلثين نتيجة تغذية الحيوانات علي بعض الحشائش والاعذية ذات الرائحة النفاذة والتي تفرز مع اللبن او قد يمتصها اللبن بعد افرازه من الحيوان ومن الجو الخارجي المحيط به او قد ينشأ الطعم نتيجة لتلوث اللبن ببعض البكتريا التي تنتج طعوم غريبة في اللبن.

٢- الطعم البقري: Cowy Flavor

يرجع الطعم البقري (الطعم الحظائري) في الزبد الي عدم نظافة ضرع الحيوان والحليب باستعمال الايدي المبتلة او لتعرض اللبن والقشدة لجو الحظائر لمدة طويلة ويمكن منع ظهور هذا الطعم بنظافة الحيوان، ونظافة الضرع ونظافة الاسطبل وتجديد الهواء به وحفظ اللبن والقشدة بعيدا عن الحظائر.

٣- الطعم المر: Bitter Flavor

يوجد هذا الطعم في اللبن والقشدة وينتج هذا الطعم نتيجة لظروف فسيولوجية غير طبيعية لحالة الحيوان والتي تغذية الحيوان علي بعض الاعذية والاعشاب التي لها طعم مر ويوجد الطعم المر في الالبان الناتجة في آخر موسم الحليب ويرجع ذلك الي زيادة نشاط بعض

البكتريا والخمائر التي تحلل البروتين الي ببتونات واحماض امينية وقد تتكون بعض الامينات ذات الطعم المر.

٤- الطعم الخميري: Yeast Flavor

ينتج هذا الطعم في القشدة المتخمرة او في الصيف نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وينتج هذا الطعم نتيجة لبعض التخمرات التي تنشأ عن نشاط بعض انواع الخمائر مثل *Candida Pseudotropicalis* وبزيادة نشاطها تتكون القشدة الخميرية وتعطي الزبد طعم خميري مر ويؤدي ذلك الي فوران القشدة نتيجة لتكون ثاني اكسيد الكربون وقد يؤدي ذلك الي فوران القشدة من الاناء الموجوده

٥- طعم الجبن: Cheesy Flavor

عادة مايشابه طعم الجبن الشيدر وينتج من القشدة القديمة التي تتكون بها حموضة مرتفعة تعمل علي تحليل البروتين وفي بعض الاحيان ينتج من نمو الفطريات ويمكن مراجعة العيوب المذكورة في الباب الخاص بميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته.

ثانياً: العيوب التي تنشأ في الزبد اثناء الصناعة:

- ١- الطعم الحامض Sour flavor : وينتج من قشدة مرتفعة الحموضة لم تعادل قبل البسترة او من قشدة زادت تسويتها عن الحد المطلوب او باستعمال باديء مرتفع الحموضة.
- ٢- الطعم الزيتي Oily Flavor : يظهر هذا العيب في الزبد الناتج من قشدة طازجة او قشدة بها حموضة بسيطة وينشأ هذا الطعم من بعض التفاعلات التي تؤدي الي اكسدة الدهن.
- ٣- الطعم الناتج عن مواد التعادل Neutralizer Flavor : ويظهر عادة هذا الطعم في القشدة الحامضية المعادلة بالقلوي. ويتوقف ذلك علي كمية القلوي المستخدم في التعادل.

٤- الطعم الغير واضح Flat Flavor: واهم سبب لظهور هذا الطعم هو نقص المواد المسئولة عن نكهه الزبد Diacetyl والاحماض الطيارة وينتج هذا الطعم من واحد او اكثر من العوامل الاتية:

١- قشدة ناتجة من لبن حيوانات في آخر موسم الحليب.

٢- قشدة طازجة دون اضافة بادئات.

٣- تخفيف القشدة بالماء الي حد كبير.

٤- غسل الزبد اكثر من اللازم.

٥- الطعم المطبوخ Cooked Flavor: ويظهر في الزبد الناتج من قشدة مبسترة علي درجات حرارة عالية وتعتبر المجموعة الكبريتية المختزلة (السلفاهيدريل) هي المسئولة عن ظهور هذا الطعم.

ثالثا: العيوب التي تظهر بعد تصنيع الزبد:

١- الطعم التعفني Putrid Flavor: تحدث تغيرات علي سطح الزبد نتيجة لنشاط بعض الميكروبات التي تسبب تحلل البروتين او بتأثير بعض التفاعلات الكيماوية او قد يحدث هذا الطعم نتيجة لامتصاص مواد غريبة من الاواني الغير نظيفة او من هواء حجرة التخزين.

٢- الطعم المترنخ Rancid Flavor: وينشأ هذا الطعم نتيجة لتحلل الدهن الي احماض دهنية حرة بواسطة بعض الميكروبات او الانزيمات وحمض البيوتريك الناتج من تحلل الدهن هو المسئول عن ظهور هذا الطعم.

٣- الطعم السمكي Fish flavor: ويظهر في الزبد اثناء فترة التخزين والبسترة الصحيحة للقشدة تمنع ظهور هذا الطعم ويعتبر الليسيثين Lecithin مصدر اساسي لهذا الطعم ومن العوامل التي تساعد علي ظهور هذا الطعم في الزبد وجود املاح الحديد والنحاس وارتفاع حموضة القشدة وزيادة نسبة الملح في الزبد وزيادة تشغيل الزبد.

رابعاً: عيوب قوام وتركيب الزيت:

الزبد الجيد لا يتأثر بتغير درجات الحرارة ويجب ان يكون له جسم مضغوط ثابت وخاليا من حبيبات الماء الحرة وان يكون له قوام شمعي مطاط وله قدرة الفرد علي العيش. واهم العيوب التي تتبع هذا القسم هي:

- ١- الزيت الراشح (الزبد الرطب): يعتبر من اهم العيوب الشائعة في الزيت وينتج بسبب عدم التشغيل الجيد للزبد حيث تتواجد كميات كبيرة من الماء بين حبيبات الزيت وتظهر علي سطحه.
- ٢- الزيت الهش: الزيت ليس له قدرة الفرد علي العيش حيث ينكسر الزيت الي قطع غير منتظمة ومن العوامل التي تساعد ايضا علي ظهور هذا العيب ارتفاع درجة حرارة الخض واستعمال ماء باردم لغسيل الزيت.
- ٣- الزيت اللزج: زيادة تشغيل الزيت عن الحد المطلوب يؤدي الي زيادة حجز قطرات الماء الدقيقة في الزيت مما يجعله صعب الفرد علي العيش والزبد لا يقطع بالسكين الي قطع منتظمة ويلتصق الزيت بالسكين.

خامساً: عيوب اللون:

يتدرج لون الزيت البقري من اللون الاصفر الباهت الي الاصفر الذهبي ويجب ان يكون اللون متماثل في جميع اجزاء الزيت ويرجع اللون الاصفر الي وجود صبغات الكاروتين والزانثوفيل مرتبطة مع الدهن واهم عيوب اللون التي تظهر في الزيت هي البقع البيضاء، الخضراء، الصفراء واللون البني (الصدأ).

واللون الابيض ينشأ من حجز بعض جزيئات الكازين في الزبد،
والبقع الخضراء تنشأ من وجود النحاس والبقع البنية (الصدأ) تنتج من
وجود آثار من الحديد والبقع الصفراء وتنشأ من استعمال ملونات
الزبد القديمة والتي تترسب نتيجة لطول مدة تخزينها او انخفاض
درجة حرارة التخزين.

ويظهر عيوب اللون في الزبد ايضا نتيجة لنمو بعض الميكروبات
وخاصة انواع الخمائر. حيث ينتج عنها الصبغات الحمراء ونمو
الفطريات ويؤدي الي ظهور اللون الاصفر البرتقالي (الاحمر) نتيجة
لنمو *Oidium lactis*.

واللون الاخضر الباهت من نمو *Clodsporium spp.* وظهور
المستعمرات الخضراء التي توجد علي سطح الزبد نتيجة لنمو
Aspergillus sp *Penicillium sp.*

ويمكن مراجعة العيوب المذكورة في الباب الخاص بميكروبيولوجيا
اللبن ومنتجاته.

صناعة السمن

السمن من اهم المنتجات الدهنية اللبنية وخاصة في البلاد الحارة
وتنتشر صناعة السمن في مصر والبلاد العربية والهند وفي اوروبا
يصنع السمن في اضيق الحدود نظرا لامكانية تخزين الزبد لمدة
طويلة في المخازن المبردة.

ويعرف السمن بأنه ناتج لبني دهني يحتوي علي دهن صاف
ومصنوع من القشدة او الزبد بعد التخلص مما بها من ماء ومواد
صلبة لا دهنية فتحتوي السمن تقريبا علي ٩٨,٨% دهن والنسبة الباقية
تشمل الماء والاملاح، لذلك فهو وسط غير ملائم لنمو الميكروبات

وتعتبر صناعته وسيلة من وسائل حفظ الدهن من الفساد بحيث يمكن تخزينه لمدة طويلة.

- طرق صناعة السمن:

تقسم الي:

١- طريقة الطرد المركزي: يتركز الدهن بواسطة فراغات خاصة ويتميز بخلوه من الرائحة المميزة للسمن المعروفة في مصر فهو دهن لبنى طبيعي.

٢- طريقة الغلي: وتتم بغلي الزبد وهي الأكثر انتشارا في مصر وسيقتصر كلامنا عليها وطريقة صناعتها كما يلي:

أولا: تسييل الزبد:

يتم التسييل في اوعية خاصة مناسبة وبعد تمام الانصهار يضاف الملح بنسبة ١-٣% من وزن الزبد حيث يعمل علي رفع درجه الغليان فنقل الرطوبة في السمن النهائي. وترسيب المورته والمساعدة في حفظ السمن والمورته يلي ذلك استمرار التسخين حتي درجة ٥٥-٦٠°م يليها التصفية خلال شاش واسع الثقوب ثم اعادة التسخين مع تقوية اللهب تدريجيا مع التقليب المستمر وعند ملاحظة تصاعد رغاوي يهدأ اللهب مع استمرار التقليب وتكون درجة الحرارة عندئذ تتراوح ما بين ٩٤-٩٦°م.

ثانيا: التسوية:

يقوي اللهب لكي ترتفع درجة الحرارة ببطء ما بين ٩٥-١٠٥°م حيث يبدأ الغليان المنظم الهاديء وتظهر طبقة من الريم ويبدأ السمن في التسوية مع ملاحظة وجود عكارة من الجوامد اللادھنية. وبزيادة التسخين تتجمع هذه الجوامد وتتناثر فقاعات كبيرة منه بشدة عندما تكون درجة الحرارة ١٠٧-١١٢°م بعدها تبدأ الجزيئات المعلقة في

الانكماش والترسيب ويظهر السمن رائقا. بتوالي التسخين حتي حراره ١١٨-١٢٥°م تظهر رغوة تسمى رغوة التسوية حيث تدل علي انتهاء العملية، وتتحدد نهاية التسوية بتغير في لون الجزيئات المترسبة الي اللون الاصفر المحمر مع تكون رائحة السمن المطبوخ وزوال الريم وترسبه مع المورته واختفاء الفقائيع ويلاحظ عدم تعدي هذه المرحلة والا نشأت صعوبات تؤثر في سير العملية ونوعية الناتج.

ثالثا: فصل السمن وترشيحه:

يترك السمن بعد التسوية ساكنا لتمام ترسيب المورته ثم يفصل السمن بسكبه خلال قطعة قماش بهدوء الي انية التخزين حتي قرب منطقة المورته. الجزء الباقي يصفى في وعاء آخر خلال قطعة شاش مرتين ثم يضاف الي بقية السمن.

رابعا: التعبئة:

تجري عادة تعبئه السمن في صفائح مختلفة الاحجام تتراوح ما بين كيلو واحد الي ٢٠ كيلو ويجب ان تكون الصفائح نظيفة جدا وجافة ويلاحظ ان تملأ العبوات تماما بحيث عند غلقها لا يوجد أي هواء داخلها وفي الريف المصري تعبأ في اوانسي فخارية او زجاجية وفضلها الفخارية حيث تكون معتمه تمنع وصول الضوء.

اضافة مضادات الاكسدة:

وفائدتها تعطيل اكسدة الدهن لمدة طويلة يكون قد سم استهلاكها خلالها ومنها ماهو طبيعي المصدر مثل فيتامين E والفوسفوليبيدات وهما يوجدان في اللبن اصلا، او تتولد اثناء التسخين مثل مجاميع السلفاهيدريل او تضاف من الخارج مثل دقيق القمح - مسحوق الخروب والقرطم ودقيق فول الصويا، وهناك مستحضرات كيماوية

يمكن استخدامها مثل صمغ الجواياك، البيوتايك هيدروكس تولين ولا يتعدى اقصى تركيز مسموح به ٠,١% اما فيتامين E ٠,٣%

صفات السمن الجيد:

- ١- له طعم ورائحة السمن المعروفة وخالي من أي طعوم غريبة.
- ٢- ذو لون اصفر ذهبي (البقري) او ابيض مخضر (الجاموسي).
- ٣- خالي من أي آثار للمورثة.
- ٤- ذو قوام رملي.
- ٥- خالي من أي زيوت نباتية او شحوم حيوانية.
- ٦- يمكن تخزينه لمدة طويلة حوالي سنة.
- ٧- يخضع للمواصفات القياسية في مصر وهي:
لا يقل الدهن عن ٩٧% ولا تزيد الرطوبة عن ١%، الملح عن ١%، الحموضة عن ١٠ درجات، ورقم التصبن لا يقل عن ٢٢٠-٢٢٢ ورقم رايزرت ميسيل في حدود ٢٢-٢٥.

اسباب تلف السمن اثناء التخزين:

يرجع اسباب تلف السمن الي عدة عوامل مثل: ارتفاع نسبة الرطوبة، وجود آثار من معدن النحاس او الحديد، التعرض للهواء والضوء.

علاج السمن التالف:

وتتم بطرق الغرض منها تقليل التلف وليس القضاء نهائيا عليه:

- ١- اعادة التسخين ومعادله الحموضة الزائدة بغسل السمن واعادة تجفيفه.

٢- السمن المترنخ والمتغير في اللون نتيجة وجود زنجار النحاس او صدأ الحديد يخلط مع اللبن المتجبن حمضيا والغلي ثم فصل الدهن. مع

ملاحظة ان التلوث الشديد بآثار هذه المعادن لا يجعل السمن صالحا للتغذية ولا يصلح مع هذا السمن العلاج بل يجب اعدامه.
 الاصلاحات السابقة تجري للكميات المحدودة من السمن التالف اما في حالة الكميات فتجري معاملات خاصة في المصنع كالتّي تجري في تنقية الزيوت.

المِصْرَتَة:

وهي ناتج ثانوي ينتج من صناعة السمن وتشمل المواد الغير دهنية في الزبد المسال وهي تترسب في قاع اناء التسوية للسمن وهي تحتجز معها نسبة كبيرة من السمن وتحتوي كذلك علي ملح الطعام، وهي ناتج سريع التلف ويرجع ذلك الي طبيعة تركيبها الكيماوي وارتفاع نسبة الرطوبة بها بالمقارنة بالسمن الناتج مما يعرضها للتلف نتيجة لنمو الميكروبات بها.

* ويبلغ متوسط تركيبها الكيماوي:

رطوبة ١٠-١٨%، دهن ٤٢-٦٧%، مواد عضوية لا دهنية ١٣-٢٦%، املاح ١٠-١٣%.

وهي ذات قيمة غذائية عالية لاحتوائها علي البروتينات بالاضافة للدهن والاملاح ويعطي الكيلو جرام منها ٥٠٠٠-٦٠٠٠ سعرا حراريا.

الباب الثامن

صناعة الجبن

تعتبر الجبن من اشهر المواد الغذائية عالية القيمة ويتميز بطعم مستساغ مقبول لدى غالبية المستهلكين، ويتركب الجبن من كازين اللبن اساسا بالاضافة الي الدهن والاملاح الغير ذائبة والمواد الغروية ويحتفظ بجزء من سيرم اللبن الذي يحتوي علي سكر اللبن والبروتينات الذائبة (اللاكتوبليومين، واللاكتوجلوبولين). وكذا الاملاح والفيتامينات الذائبة. وبنظرة الي هذا التركيب يتضح ان الجبن مصدرا هاما للبروتين والدهن ولاملاح الكالسيوم والفوسفات وبعض الفيتامينات مما يجعل الجبن ذو قيمة غذائية عالية، اضافة الي سهولة تناوله وهضمه.

وينتج الجبن نتيجة تجبن او تخثر *Cogulation or Curding* اللبن حيث يتحول من الحالة السائلة المعروفة الي الحالة المتماسكة والتي يعرف بخثرة الجبن نتيجة ترسيب الكازين او تجبنه بفعل انزيم الرنين او بالحموضة المتكونه من تخمر اللاكتوز وتحوله الي حمض اللاكتيك مع انفصال كمية كبيرة من الشرش بما يحتويه من المركبات اللبنية الذائبة وذلك بعد تقطيع الخثرة وتقليبها ومعاملتها حراريا اما علي درجات حرارة معتدلة او عالية ثم تجري عملية الكبس، كل او بعض هذه المعاملات تساعد في عملية طرد الشرش من الخثرة.

والغرض من تصنيع الاجبان هو اطالة فترة حفظ المكونات اللبنية المختلفة نتيجة التخلص من كميات كبيرة من الماء .

والجبن اما يؤكل علي الحالة الطازجة أي عقب تصنيعه مباشرة او قد يمر بمرحلة النضج قبل استهلاكه وتتباين اصناف الجبن طبقا لعدة

عوامل منها نوع وتركيب اللبن المستعمل، طريقة التصنيع، المواد المضافة مثل البادئات والمواد المجبنة والمواد الملونة وملح الطعام وغيرها والتي ظروف التسوية من حيث درجة الحرارة والرطوبة وفترة التسوية.

ويرجع اصل كلمة Cheese (الجبن بالانجليزية) الي كلمة انجليزيه قديمة Cheise, Cese وهي بدورها اشتقت من الكلمة اللاتينية Caseus وكل لغة بها كلمة خاصة بها تعبر عن هذا المعني ويبلغ عدد الاصناف المعروفة من الجبن في العالم الآن حوالي ٤٠٠ صنف أساسي وتختلف في نوع اللبن المستعمل وطريقة التصنيع والتخزين. ومن بينها ٧٧ صنفا تصنع من القشدة، ١٥ صنف تصنع من اللبن الحامضي بدون اضافة منفحة و ٦ أصناف معروفة تصنع من الشرش، ٤٠ صنف من لبن الاغنام، ٨ أصناف من لبن الماعز، ٢ من لبن الجاموس والتي جانب ذلك فان هناك عديد من الاصناف لا تعرف الا في اماكن انتاجها.

والاساس في تسمية صنف من اصناف الجبن المشهور ترجع الي اسس متعددة. منها اسم البلد او الاقليم الذي صنع فيه الصنف لاول مرة مثل الجبن Pecorino, Romano الايطالية، Lancashire, Derby الانجليزية، الدمياطي في مصر. كذلك قد يسمى طبقا لاسم الشركات التي ابتكرته لاول مرة وذلك مثل جبن الجرفيه Gervais او علي اساس الشكل مثل جبن القالب Brick.

تعريف الجبن حسب المواصفات القياسية المصرية:

الجبن هو الناتج الطازج او المسوي المتحصل عليه بفصل الشرش بعد تجبن اللبن الكامل او القشدة او اللبن المنزوع دهنه جزئيا او كليا او اللبن الخض او الشرش او من مزيج من هذه المواد.

ويجب ان يكون الجبن خاليا من اية مواد غير لبنية وكذلك المواد الحافظة فيما عدا ملح الطعام. ويجوز ان تضاف الي اصناف الجبن الجاف او النصف الجاف بعض التوابل النقية غير الضارة والمواد الملونة المصرح باستعمالها، كما يجوز تغليفه ببعض مواد التغليف غير الضارة وكذلك يسمح باضافة مواد الاستحلاب في حالة الجبن المطبوخ ويجب ان يكون الجبن طبيعيا في صفاته الخاصة بالنوع من حيث المظهر واللون والطعم والقوام والتركيب. ويعتبر الجبن كامل الدهن اذا كان ناتجا من لبن جاموسي الا اذا نص علي غير ذلك علي عبوته.

تقسيم الجبن: Classification of Cheese

توجد عدة اسس تقسم بها الاصناف المختلفة للجبن اعمها ذلك التقسيم المبني علي اساس محتوياتها من الرطوبة أو طريقة التسوية. وبناء علي ذلك يمكن تقسيمها علي النحو التالي:

١- جبن جاف جدا Very hard cheese: ويحتوي علي نسبة منخفضة جدا من الرطوبة (اقل من ٣٠%) ومن امثلته: الرومانو Romano، البارميزان Parmesan، السابساجو Sapsago.

٢- جبن جاف: Hard cheese

ونسبة الرطوبة به تتراوح بين ٣٠-٤٠% ويشمل:

أ- ذو قوام مغلق ولا يحتوي علي اية عيون Closed texture with no eyes ومن امثلته تشدر Cheddar، البروفولوني Provolone، الرأس Ras، الكشكافال (القشقوال) Cashkaval.

ب- ذو ثقوب الجرويد ناتجة من بكتريا الامنتال الباديء المنتجة للغاز كما في الجبن السويسري Emmental, Gruyère.

٣- جبن نصف جاف Semihard cheese ونسبة الرطوبة به تتراوح بين ٣٩-٥٠% ويشمل:
أ - مسواة:

- مسواة اساسا بالبكتريا Ripened principally by bacteria
مثل جبن القالب Brick.

- او مسواة بالبكتريا والكائنات الحية الدقيقة السطحية
Ripened by bacteria and surface microorganisms
مثل جبن الليمبورجر Limburger ، دوسالوت dusalut ، ترايبست
Trappist .

- او مسواة بالفطر الازرق المخضر في داخل الخثرة
Ripened by Blue green مثل الروكفور Blue Roquefort ،
الجور جونزولا Gorgonzola .

ب - غير مسواة: مثل الجبن كامبردج Cambridge .

٤- جبن طري: ونسبة الرطوبة به تتراوح بين ٥٠-٧٠% ويشمل:

أ- مسواه Ripened مثل البرنزا Brinza ، الكامبرت Commbert ،
البري Brie ، بل بيز Bel-bease ، الدمياطي.

ب- غير مسواه Nonripened مثل الكوخ Cottage ، جبن القشدة
Cream ، البريموست Primost ، النيفشائل Neufchatel ، الريكوتا
الطازجة Fresh Ricotta ، القريش ، الدمياطي الطازج.

وتعتبر محتويات الجبن من الرطوبة احد العوامل الهامة المؤثرة
علي مدي ثبات وتماسك الجبن، فتبلغ نسبة الرطوبة في الجبن الجافه
ما بين ٣٠ - ٤٠%، لذلك وعند توافر ظروف التخزين الملائمة يمكن
تخزينها لمدة سنة او اكثر. اما في الجبن النصف جافة فان محتويات
الرطوبة ٣٩-٥٠% والجبن الرطبة ٥٠-٧٠% بحد اقصي ٨٠% في
بعض الاصناف. وتبعاً لنسبة الرطوبة فالجبن الطرية المرتفعة في

الرطوبة تكون اكثر تعرضا للتلف من الاقل رطوبة والنصف جافة اكثر تعرضا من الجافة وهكذا. ففي الجبن الجافه عادة ما يتم تقطيع الخثرة عقب تجبن اللبن الي قطع صغيرة وعادة ماتسقط علي درجات حرارة مرتفعة نسبيا ثم تشكل الي الاشكال المرغوبة بالضغط او الكبس.

والتخمر اللاكتيكي عادة مايسبب تحلل اللاكتوز في الجبن الجافة في خلال ايام محدوده من الصناعة بينما في الاصناف الطرية المسواة تطول هذه المدة نظرا لاحتفاظها بكمية اكبر من الشرش وبالتالي اللاكتوز. لذلك قد يتم اختفاء اللاكتوز في خلال اسبوع او اسبوعين.

علاقة مكونات اللبن بصناعة الجبن:

المكونات الاساسية للبن وهي بترتيب اهميتها: الدهن، البروتينات، اللاكتوز، الماء، الاملاح الذائبة والغير ذائبة المتأين منها والمكونات جميعها تؤثر تأثيرا مباشرا في تصنيع الجبن، وتتأثر جميعها في نفس الوقت بدرجات مختلفة اثناء تصنيع وتسوية الجبن المختلفة.

١- الدهن:

يوجد علي صورة جلسريدات لاحماض دهنية متعددة، وجود الدهن في أي مادة غذائية وخصوصا في خثرة الجبن يكسبها لمعان في المظهر ودسامة وطراوة دون ضعف في جسم الخثرة، وبدون السدهن تكون الخثرة المتكونة ذات قوام كاوتشوكي، هذا ومع ارتفاع القيمة الغذائية للدهن فان الدهن هو اسهل المكونات في سرعة التحلل، ونواتج تحلله تلعب دورا كبيرا في تحديد طعم ورائحة الجبن، حيث يتكسر الدهن نتيجة نشاط الانزيمات المحلله للدهن الموجودة طبيعيا في اللبن او التي تفرز عن طريق الكائنات الدقيقة التي تضاف مزارعها

الي اللبن اثناء تصنيع الجبن. وبالتالي يتحول الدهن الي مركبات دهنية ابسط منها المتطاير والذائب ونسب الاحماض الناتجة لبعضها هو الذي يحدد درجة تسوية ونكهة الجبن.

الدهن هو المحدد الرئيسي لريح الجبنة الناتجة، معني ذلك ان أي صنف من اصناف الجبنة المعروفة يزداد ريعها نتيجة لارتفاع نسبة الدهن في اللبن وذلك لان الدهن من المواد الصلبة التي تكون كتلة الجبن وتحتجز في الخثرة بعد تصفية الشرش فيما عدا مايفقد منه في الشرش اثناء الصناعة والتي تتحدد نسبته بطريقة التصنيع (درجة وطريقة تقطيع الخثرة وتصفية الشرش وقوة قوام الخثرة ومعاملات الخثرة).

٢- المكونات النيتروجينية (البروتينية والغير البروتينية) ومن اهم هذه المكونات هي:
أ - الكازين:

وهو البروتين الرئيسي في اللبن وهو المكون لقوام الجبنة ومعروف ان الكازين في اللبن موجود علي صورة كازينات كالسيوم وعند تكوين الخثرة الانزيمية يتحول كازينات الكالسيوم الي مركب باراكازينات كالسيوم. بعد تمام التجبن نلاحظ ان الباراكازينات المتكونه هي الهيكل الرئيسي للجبن ويحجز خلاله حبيبات الدهن بالصورة المتجانسة ودرجة التجانس تختلف حسب طريقة تصنيع الجبن كما يحجز في الهيكل كمية من الرطوبة التي ستبقى في الجبن بعد الصناعة، وبذلك نلاحظ ان الكازين هو اول العوامل الرئيسية المحددة لريح الجبنة وصورة ترسيب الكازين اثناء التجبن وصفات الخثرة الطبيعية لها دخل في تحديد ريح الجبنة، وكلما ارتفع الكازين في اللبن يرتفع الريح ونفس الشيء يحدث عند تصنيع الجبن بالتجبن الحامضي ولكن تركيب

الخشرة وصفاتها تختلف في حالة التجبن الحامضي حيث ان كازينات الكالسيوم في وجود نسبة معينة من الحموضة يترسب فيها الكازين منفردا وتزداد كمية الكالسيوم الذائبة في الخشرة وتتكون خشرة حمضية تركيبها مفكك وضعيف، كما ان اجزاء الكازين المترسبة تكون اكثر صعوبة في تحللها عند تسوية الجبن المصنع بهذه الطريقة، ونتيجة التسوية هي مركبات بروتينية بسيطة تنتهي بعدد من الاحماض الامينية الاساسية والتي ترفع من القيمة الغذائية للجبن، علاوة على ان هذا التحلل يدخل في تحديد صفات الجبن الطبيعية (القوام والتركيب والنكهة) وخصوصا في اصناف الجبن الجافة والتي تسوي لفتيرات طويلة.

ب- الالبومين:

الالبومين من المركبات البروتينية الذائبة في اللبن وله اهمية في تصنيع بعض اصناف الجبن من اللبن المبستر او اللبن الذي عومل بحرارة مرتفعة حيث ان هذه المعاملة تسبب ترسيب الالبومين على اجزاء الكازين الغروي في اللبن فيزداد حجم هذه الاجزاء، وتزداد كتلتها وينتج عن ذلك ترسيبها وزيادة الكتلة المنتجة من اللبن وبالتالي نتوقع زيادة في ريع الجبن، هذا علاوة على رفع القيمة الغذائية للجبن الناتجة نتيجة ترسيب هذا البروتين لما يحويه من احماض امينية وعناصر معدنية غير موجودة في الكازين.

٣- اللاكتوز:

يلعب اللاكتوز دورا رئيسيا في تصنيع الجبن، ونلاحظ انشاء التصنيع ان جزءا كبيرا منه يتحلل ويتحول الى حمض اللاكتيك الذي يساعد على زيادة في نسبة الكالسيوم الذائب والذي يعتبر عامل اساسي في اسراع عملية التجبن هذا علاوة على ان كمية الحموضة المتكونة

ستحدد صفات الخثرة بعد تصفية الشرش حيث ان ارتفاع الحموضة وزيادة الكالسيوم الذائبة يسبب انكماش الخثرة المتكونة وعادة ماتكون هذه الخثرة اكثر صلابة. علاوة علي ذلك فالكمية المتبقية من اللاكتوز في الخثرة لها تأثير كبير علي معدل سرعة عملية التسوية حيث ان تحلل السكر في الخثرة وتكوين نسبة عالية من الحموضة يوقف نشاط الميكروبات الضارة التي تسبب عادة تخمرات لبروتين الجبن وهذا التخمر غير مرغوب فيه ويسبب الطعم المر في الخثرة كما يوقف في نفس الوقت نشاط الكائنات الحية المرغوبة والتي تضاف كبادئات اثناء التصنيع. وعلاوة علي ذلك فان نواتج تحلل السكر المتبقي في الخثرة هو حمض اللاكتيك واحماض عضوية اخري بعضها متطاير وكلها سريعة الذوبان ولها دخل كبير في تحديد الصفات الطبيعية والحسية للجبن وخصوصا الطعم والنكهة.

٤- الماء:

يوجد الماء بنسبة كبيرة في اللبن وله اهمية كبيرة في تصنيع الجبن حيث انه الوسط لتكوين الحموضة التي تحدد نجاح خطوات الصناعة المختلفة علاوة علي ان الماء يكسب الجبنة القوام الطري وللماء اهمية كبيرة في تسوية الجبن حيث ان البكتريا والانزيمات التي تقوم بالتسوية لا تستطيع العمل في الجفاف ولا بد من وجود نسبة معينة من الماء في الخثرة تتلائم مع طبيعة هذه الكائنات ونشاط هذه الانزيمات حتي تنشط وتتم التسوية. لذلك كان من الواجب التحكم في نسبة الرطوبة في حدود المجال الخاص بكل صنف من اصناف الجبنة حتي تتم التسوية بالمعدل المناسب وللدرجة المرغوبة.

٥- الاملاح:

الاملاح المختلفة في اللبن توجد علي صورة ذائبة، وغير ذائبة ومعظم المكونات الغير ذائبة تكون في خثرة الجبنه. في حين ان المكونات الذائبة تفقد في الشرش، الكالسيوم في صورته المختلفة في اللبن هو اهم عامل في صناعة الجبن بالنسبة لعناصر اللبن الاخري ويلاحظ في الصناعة زيادة ذوبان ايونات الكالسيوم نتيجة تكوين بعض الحموضة في اللبن قبل اضافة المنفحة او اثناء التجبن.

مما سبق يتضح ان كمية الجبنه الناتجة تتحدد الي حد كبير بالمكونات الصلبة الموجودة في اللبن وبمقدرة هذه المكونات بالاحتفاظ بنسب معينة من الرطوبة ولكن مقدار الناتج من الجبن لا يتناسب تناسباً طردياً تماماً مع الزيادة في الكازين والدهن حيث يحدث باستمرار فاقد من كلا المكونين في الشرش اثناء الصناعة ويزداد هذا الفاقد بزيادة كمية هذه المكونات في اللبن علاوة علي العوامل الاخري التي تخضع لظروف التصنيع والتي تدخل في تحديد هذا الفاقد.

ان عدم تجبن الخثرة تجبن كامل وصحيح يزيد من الفاقد من كلا من الدهن والكازين وعدم تمام التجبن ينتج عادة اما من وجود مواد حافظة في اللبن تعيق نشاط المنفحة او من اضافة ملح الطعام اكثر من اللازم لتمليح اللبن قبل اضافة المنفحة أو أن يكون تركيب اللبن غير طبيعي أو في نهاية أو بداية موسم الحليب أو يكون ناتج من حيوانات مريضة أو لبن يحتوي علي مضادات حيوية أو تحت ظروف معينه تسبب انخفاض الكازين باللبن فيسبب ذلك تجبن ضعيف وغير طبيعي ينتج عنه فقد كبير من مكونات اللبن في الشرش. علاوة علي ذلك فغش اللبن بالماء يعطل تجبن الكازين بالمنفحة لانه يخفف تركيز ايونات الكالسيوم في اللبن كما يقلل من تركيز المواد الصلبة.

المنفحة:

هي المستخلص المستخدم في تصنيع الجبن لتجبن اللبن وتحتوي المنفحة أساسا علي انزيم الرنين. علاوة علي ذلك كثيرا ماتحتوي المنفحة علي نسبة من انزيم الببسين ليس له أي أهمية في عملية التجبن ولكنه يدخل في تسوية الجبن ويعمل علي تحليل البروتينات الي مركبات بروتينية ونيتروجينية بسيطة.

ميكانكية التجبن بالمنفحة:

تحويل كازينات الكالسيوم الي باراكازينات الكالسيوم التي تعتبر حساسة لايونات الكالسيوم (أي انه اذا لم توجد ايونات الكالسيوم لا يحدث تجبن).

١- وجود ايونات الكالسيوم الذائبة الموجودة في اللبن التي تتكون نتيجة تكوين حمض اللاكتيك بفعل البكتريا المحللة لسكر اللاكتوز فيحول جزء كبير من املاح الكالسيوم الغير ذائبة الي كالسيوم ذائب ومتأين.

٢- تحت الظروف السابقة وعلي درجة الحرارة المناسبة يبدأ ظهور لزوجة زائدة في اللبن وثقل تدريجي في قوامه ينتهي بالتجبن الكامل للبن (خثرة الجبن).

انواع التجبن:

هناك ثلاثة انواع للتجبن يمكن ان تستخدم في تصنيع الجبن:

١- انتجبن الحامضي:

في هذا النوع من التجبن يجري خفض رقم pH اللبن الي ٤,٦ عن طريق استخدام بكتريا حمض اللاكتيك التي تنمو في اللبن وتخمّر اللاكتوز منتجة حامض لكتيك ويترتب علي ذلك انخفاض في رقم

pH وعند الوصول الي رقم pH 4.6 يترسب الكازين حيث ان هذا الرقم يمثل نقطة الاتزان الكهربائي للكازين.
ومن الامثلة علي اصناف الجبن التي يستخدم فيها هذا النوع من التجبين هو الجبن القريش.

٢- التجبن الحراري:

اذا ارتفعت درجة حرارة اللبن مع زيادة حموضته تحدث تجبن عند رقم أعلي من نقطة الاتزان الكهربائي للبن وقد استخدمت هذه الظاهرة في انتاج الجبن الريكوتا.

٣- التجبن الانزيمي:

في التجبن الانزيمي تستخدم انزيمات لها القدرة علي تحليل الكازين بحيث يقل ثباته في المحلول الغروي ويكون الخثرة.
ويستخدم هذا النوع من التجبن في صناعة معظم اصناف الجبن المصنعة محليا وخارجيا ومن الامثلة علي الاصناف التي يستخدم فيها هذا النوع من التجبن الجبن الدمياطي والجبن التشيدر والجبن الإدام والجودة والشيشر والبارميزان والامنتال والجرويد.
هذا ويلاحظ ان الجبن المصنع باستخدام التجبن الانزيمي يضاف اليه باديء لتكوين حموضة. وتعتبر الحموضة في هذه الحالة عامل مساعد للتجبين ولكنها ليست الاساس في عملية التجبن كما هو الحال في التجبن الحامضي.

- الخطوات الاساسية لتصنيع الالبان:

١- استلام اللبن

٢- اضافة الباديء

٣- اضافة الملون

- ٤- اضافة المنفحة
- ٥- تقطيع الخثرة
- ٦- تقليب الخثرة والسمط
- ٧- تصفية الشرش
- ٨- عملية الشدرنه
- ٩- طحن الخثرة (الفرم)
- ١٠- عملية التمليح
- ١١- تعبئه الخثرة
- ١٢- كبس الخثرة
- ١٣- التسوية

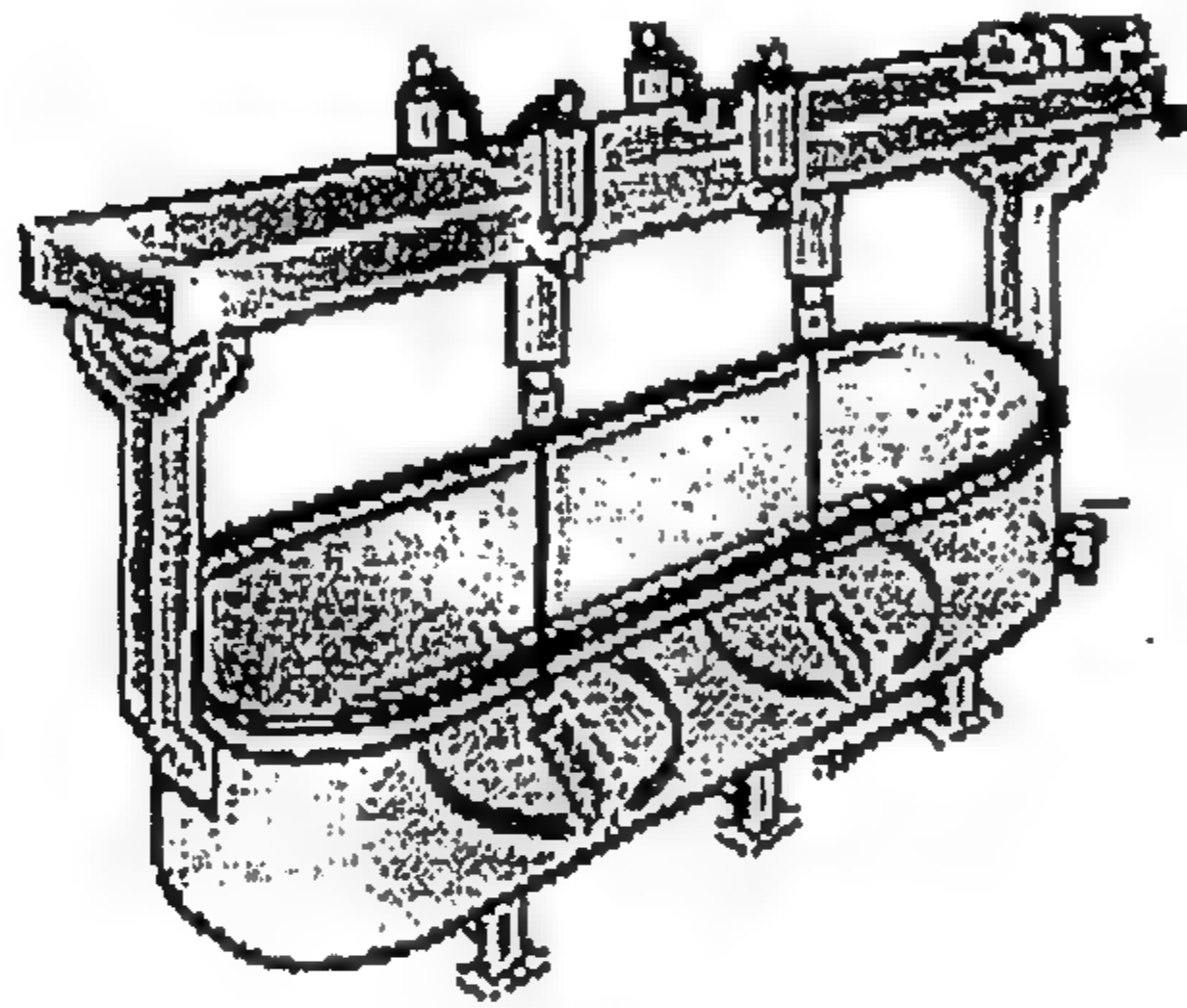
ويلعب التحكم في الخطوات السابقة دورا اساسيا في تحديد الصفات التركيبية والطبيعية والغذائية لصنف جبنة معينة، تشترك جميع اصناف الجبن في خطوات التصنيع الاولى وهي استلام اللبن وتخميره واطافة اللون واطافة المنفحة بينما في حالة تصنيع الاجبان التي لا تزيد فيها الرطوبة عن ٤٥% تجري عليها بعض العمليات الاخرى التي تخفض الرطوبة مثل عمليات التقطيع والسمط وتصفية الشرش والشدرنة والفرم والتعبئة مع الكبس. في حين أن أصناف الجبن الطازج او الطري التي ترتفع فيه نسبة الرطوبة لا تحتاج الي العمليات الاخيرة.

١- استلام اللبن:

يمكن تصنيع الاجبان من لبن أي حيوانات ثدي ولكن معظمها يصنع من لبن الابقار والجاموس اما لبن الاغنام والماعز فتصنع كميات صغيرة من الاجبان منها في اماكن مختلفة من العالم. ويجب ان يكون اللبن ناتجا من حيوانات سليمة وان يكون ذو مرتبة ميكروبيولوجية جيدة. وان يكون تركيبه الكيماوي والصفات الطبيعية

له ملائمة لصنف الجبن المراد تصنيعه، كما يجب ان يكون خالياً من الطعوم والروائح الغريبة او الغير مرغوبة. وذلك حتي يمكن انتاج جبن جيد الصفات وخالي من العيوب ومطابق للمواصفات القانونية والاشتراطات الصحية.

ويجب ترشيح اللبن وتنقيته وبسترته قبل تصنيعه .



حوض التجبن

٢- اضافة الباديء:

ويتم ذلك اما بالسماح بتكوين نسبة معينة من حمض اللاكتيك طبيعيا في اللبن او باضافة بادئات تحتوي علي مجاميع بكتريولوجية معينة متخصصة في انتاج حمض اللاكتيك والبادئات بنشاطها المرغوب توقف نشاط كثير من الميكروبات الضارة اذا وجدت باللبن والحموضة المتكونة هي من العوامل الرئيسية في تحديد نسبة رطوبة الخثرة وفي تحديد الصفات التركيبية للخثرة فزيادة الحموضة يؤدي الي زيادة تركيز ايونات الكالسيوم علاوة علي ذلك فهذه الميكروبات تساعد اثناء تسوية الجبن الجافه نتيجة افراز انزيمات محللة للبروتين تحت ظروف تسمح بهذا النشاط.

٣- اضافة الملون:

يضاف اللون المستخلص من صبغة الاناتو الذائبة في الماء لتكسب بعض اصناف الجبن اللون الاصفر الخفيف المتجانس التوزيع، وتتحدد الكمية المضاف وتتحدد الكمية المضافة منه تبعا لنوع اللبن وموسم فصل الحليب ونوع التغذية وصنف الجبن وذوق المستهلك •

٤- اضافة المنفحة:

تضاف المنفحة علي درجة الحرارة التي تلائم نشاطها وتتراوح ما بين ٣٠-٤٠°م حسب صنف الجبن ودرجة الحموضة وكمية المنفحة وزمن التجبن هي المحدده لصفات الجبن الناتج حيث كلما طالت المدة كلما سمحت الظروف بتكوين نسبة اعلا من الحموضة وتغيير كبير في تركيب الخثرة ومن ناحية كمية المنفحة فلا يمكن زيادة الكمية او نقصها بدرجة كبيرة حيث الزيادة تنتج خثرة جامدة وكاوتشوكية يصعب معاملتها في خطوات التصنيع التالية، واذا نقصت الكمية عن الحد الكافي للتجبن الكامل نتجت خثرة طرية وضعيفة يصعب معاملتها وكذلك يزداد الفاقد من المادة الصلبة منها في خطوات التصنيع التالية.

٥- تقطيع الخثرة:

تقطع الخثرة الي اجزاء متجانسة في الحجم والشكل تختلف حسب صنف الجبن المصنع وهذا الاختلاف من العوامل التي يحدد نسبة الرطوبة في الجبنة وبالتالي نسبة الحموضة في الخثرة قبل التسوية فاذا بقيت كمية كبيرة من الرطوبة كانت حموضة الخثرة عالية قبل بدء التسوية والتي قد تعوق نشاط الكائنات الحيه وتكون الخثرة اكثر جفافا.

٦- تقليب الخثرة والسمط:

عملية السمط عبارة عن تقليب مكعبات الخثرة في الشرش مع تدفئته بالتدريج الي درجة معينة وفي مدة معينة حسب صنف الجبن. هذا التقليب المستمر مع التدفئة يؤدي الي خروج الشرش من المكعبات ونقص كميات الرطوبة فيها وهذا مايقصد بعملية السمط ولا بد من الحكمة في اجراء العملية فان كان التقليب شديد تفتت المكعبات ويزيد الفاقد من المواد الصلبة في الشرش ومن هذا يتضح فائدة عملية السمط التي تعمل كذلك علي رفع نسبة الحموضة في المكعبات لتلائم متطلبات العمليات التصنيعية التالية، ويجب الا ترتفع درجة حرارة السمط عن ٥٤,٤°م.

٧- تصفية الشرش:

وهي الخطوة التي يتم فيها التخلص من جزء من الشرش وتتم بعدة طرق تختلف حسب صنف الجبن، ففي الاجبان الطرية يتم التخلص من الشرش اما بالتصفية الذاتية بوضع الخثرة في اطران خاصة مبطنة بالشاش او قد يستعمل الضغط عن طريق وضع انقال وذلك للمساعدة علي خروج الشرش عقب التصفية الذاتية كما في الجبن القريش والدمياطي. او قد توزع الخثرة في قوالب خاصة مع تقليبها باستمرار حتي تمام خروج كمية الشرش كمية الشرش المطلوبة وذلك كما في الجبن الدمياطي في قوالب أو الجبن الكولمبية.

اما في حالة الاجبان الجافة او النصف جافة تتم العملية بتصفية الشرش للدرجة المطلوبة دفعة واحدة عقب عملية التقليب والسمط او قد يصفي جزء من الشرش وتترك الخثرة لترسب في قاع الحوض وفوقها الجزء الباقي من الشرش حتي تصل حموضة الخثرة الي الدرجة المرغوبة يلي ذلك تصفية باقي الشرش للدرجة المطلوبة.

٨- عملية الشدرنة:

هي عملية تكديس وتكميخ الخثرة في طبقات يختلف سمكها حسب صنف الجبنة ويتم ذلك في جو دافئ درجه حرارته أعلا من درجة حرارة السمط وتختلف الطريقة ودرجة الحرارة علي حسب صنف الجبن كما يختلف وقت الشدرنة من ١,٥-٢,٥ ساعة، وفي عملية الشدرنة تقطع الخثرة المتماسكة الي شرائح ويعاد رص هذه الشرائح كل ١٥ دقيقة حتي تتم هذه العملية التي تؤدي الي ارتفاع سريع في نسبة الحموضة بالخثرة وتحويل الخثرة من قوام خشن مطاط به نسبة عالية من الماء الي آخر ناعم الملمس وطري وعجيني نوعا وذات تركيب متماسك ومتجانس وهذا التغيير ينتج عن تحويل نسبة كبيرة من الكالسيوم المرتبط بباراكازينات الخثرة الي كالسيوم ذائب يصحبه زيادة في درجة ذوبان الباراكازينات في المحاليل الحمضية. وتظهر الجزيئات البروتينية في صورة الياف طويلة ومتجانسة فيصبح قطع الخثرة متناسق في الشكل يشابه تقطيع صدر الدجاجة المسلوقة. ويعتقد ذلك علي نسبة الحموضة بالخثرة وظاهرة طول الانسجة المتكونة وقوتها تتحدد بمقدار حموضة الخثرة ويمكن معرفة وصول حموضة الخثرة للدرجة المطلوبة باجراء اختبار الحديد الساخن وذلك بأخذ جزء من الخثرة التي يجري عليها الشدرنة ولمسها بساق من الحديد الساخن لدرجة الاحمرار وبشد الطرف الممسوك من الخثرة باليد فيلاحظ تمدد انسجة الخثرة مكونه خيوط حريرية ملساء ناعمة. وكلما كان طول الخيط اكبر كلما كانت حموضة الخثرة اعلي وكانت الانسجة المتكونة اطول حتي حد معين.

٩- طحن الخثرة (الفرم):

وتجري هذه الخطوه علي خثرة الجبن الجافة والنصف جافة حيث تطحن او تفرم بغرض التخلص من جزء من الشرش الباقي والمساعدة علي خروج الغازات والروائح الغير مرغوبة والتي تكون قد تكونت اثناء عملية الشدنة والي جانب ذلك يحدث تبريد للخثرة وتسهيل تعبئتها في القوالب.

١٠- عملية التمليح:

وهي من اهم عمليات التصنيع وضرورية في كل انواع الجبن تقريبا فيما عدا الجبن الطرية الغير مسواه مثل الكاميريديج Cambridge والتي تستهلك مباشرة عقب التصنيع والغرض من التمليح وقف نمو الميكروبات الغير مرغوبة والتي تكون مازالت موجودة بالخثرة او تطرقت اليها اثناء خطوات الصناعة السابقة مع المساعدة في تقليل معدل نمو بكتريا حامض اللاكتيك وبعض انواع من الميكروبات الاخرى المرغوبة وذلك عن الحد المطلوب مع المساعدة علي اظهار طعم ونكهة الجبن المميزة، اضافة الي المساعدة في طرد الشرش .

ويمكن اجراء التمليح برش ملح الطعام وخلطة مع الخثرة المطحونة بالتقليب الجيد او بغمس الجبن الطازج في محلول التمليح او يتم برش الملح علي الاقراص اثناء التسوية كما في الجبن القشقوال. اما في الجبن الدمياطي فيوضع الملح في اللبن المعد لصناعة الجبن في اول خطوات التصنيع اما في الجبن القريش والجرفيه فيرش الملح عليها قبل الاستهلاك مباشرة وفي بعض الاحيان تستخدم اكثر من طريقة للتمليح. وتختلف كمية الملح حسب اختلاف ذوق المستهلك

وجودة اللبن المستعمل، نوع الجبن، طول مدة التسوية فيقل في حالة الرغبة في اسراع التسوية.

- شروط الملح الجيد:

يجب ان يكون خاليا من الشوائب الكيماوية التي قد ينتج عنها الطعم المر او أي طعم اخر غير مقبولة ومحفوظ في عبوات جيدة ومخزن بطريقة جيدة بحيث يكون جاف عند الاستعمال وان يكون ناعما في حالة تمليح الجبن الطرية حيث تسهل اذابته وعموما يستعمل الملح الناعم في طريقة التمليح بالرش والخشن في حالة التمليح في محلول ملحي. كما يجب ان يحتوي علي اقل عدد ممكن من الميكروبات وخالي من الميكروبات الممرضة، وأن يكون مطابقا للمواصفات القياسية المصرية.

١١- تعبئة الخثرة:

تتباين احجام وانواع القوالب المستخدمة لتعبئة الخثرة ففي الجبن الطرية مثلا قد تعبأ في براوير خشبية او معدنية مثقبة القاع علي ان تكون مبطنة بشاش لتصفية الشرش وذلك حتي تمام تصفيتها ثم تقطع للاحجام المطلوبة وتؤكل طازجة او تخزن (تخلل) او قد تعبأ في قوالب معدنية صغيرة الحجم تقلب باستمرار حتي تمام خروج الشرش ثم تنزع من القوالب وتستهلك طازجة، ومثال ذلك الجبن الدمياطي والجبن القريش اما الجبن الطرية المخلة فتخزن في صفائح معدنية نظيفة أو في عبوات بلاستيكية في وجود محلول ملحي او شرش الجبن وذلك حتي تتم تسويته، اما خثرة الجبن الجاف والنصف جافه تعبأ في قوالب خشبية او معدنية مختلفة الحجم علي حسب نوع الجبن وتكون مبطنة بقماش شبكي ضيق الثقوب يتحمل الضغط وبعد امتلاء القالب بالخثرة يغطي بغطاء خاص ثم تكبس. وتختلف طريقة الكبس من حيث

الاثقال المستخدمة والمدة اللازمة حسب صنف الجبن ويجب ملاحظة ان تكون درجة حرارة الخثرة مناسبة اثناء الكبس فارتفاعها عن الحد المناسب يزيد من فقد الدهن كذلك فان الخثرة الباردة يصعب اندماج اجزاؤها مع بعضها مما تسبب عدم تماسك وثبات قوام الجبن الناتج. بعد انتهاء عملية الكبس تنزع الجبن من القوالب وتنظف الاقراص وتسوي حوافها ثم توضع علي ارفف في غرف التسوية وفي بعض الاصناف تغطي الاقراص بطبقة من الشمع وذلك لتقليل التبخر منها وتحسين مظهرها أو شكلها الخارجي وكذلك لحمايتها من الفطريات والآفات الحشرية. واهم الشموع المستخدمة لذلك شمع البرافين والشموع عادة ماتكون ذات لون طبيعي مائل للاصفرار ولكن قد تستعمل شموع ملونه بإضافة بعض الصبغات اليها.

١٢- تسوية الجبن:

وتتفاوت أصناف الجبن المختلفة من حيث مدي ملائمتها للاستهلاك عقب التصنيع واغلب الانواع الطرية تؤكل طازجة بمجرد الانتهاء من صنعها في حين ان الاصناف النصف جافة لا تستهلك الا بعد مرور عدة اسابيع حيث يتم خلالها تسويتها وتزداد هذه الفترة في الانواع الجافة فتصل الي عدة شهور او سنة حتي تصبح بعدها صالحة للاستهلاك الآدمي. وفي اثناء عملية التسوية تحدث عدة تغيرات هامة في مركباتها تشمل تحلل البروتينات والدهون واللاكتوز الي مركبات ابسط منها بالاضافة الي ذلك تفقد جزء من رطوبة الجبن مع تغير في رقم الـ pH وكل هذه التغيرات تحول قوام الجبن من الحالة المطاطية الجلدية الخشنة الي الحالة الناعمة مع وضوح الطعم والنكهة المميزة له. وتتم عملية التسوية أساسا بفعل الباديء المستعمل وخاصة ماتحتويه من بكتريا حامض اللاكتيك او بواسطة الفطريات عن طريق

ماتكونه من انزيمات مرغوبة بالاضافة الي ما يوجد اصلا منها في اللبن المستعمل ان لم تكن تثبتت بفعل المعاملة الحرارية، بالاضافة الي انزيمات المنفحة وكل ذلك يؤدي الي تحلل مركبات الجبن السابق الاشارة اليها الي صور ابسط واهم مايؤثر في مجري عملية التسوية مايلى:

أ- الرطوبة والملح:

وجد ان ارتفاع نسبة الرطوبة مع تركيز منخفض من الملح يسرعان من عملية هدم البروتين في الجبن.

ب- درجة الحرارة والرطوبة في غرفات التسوية:

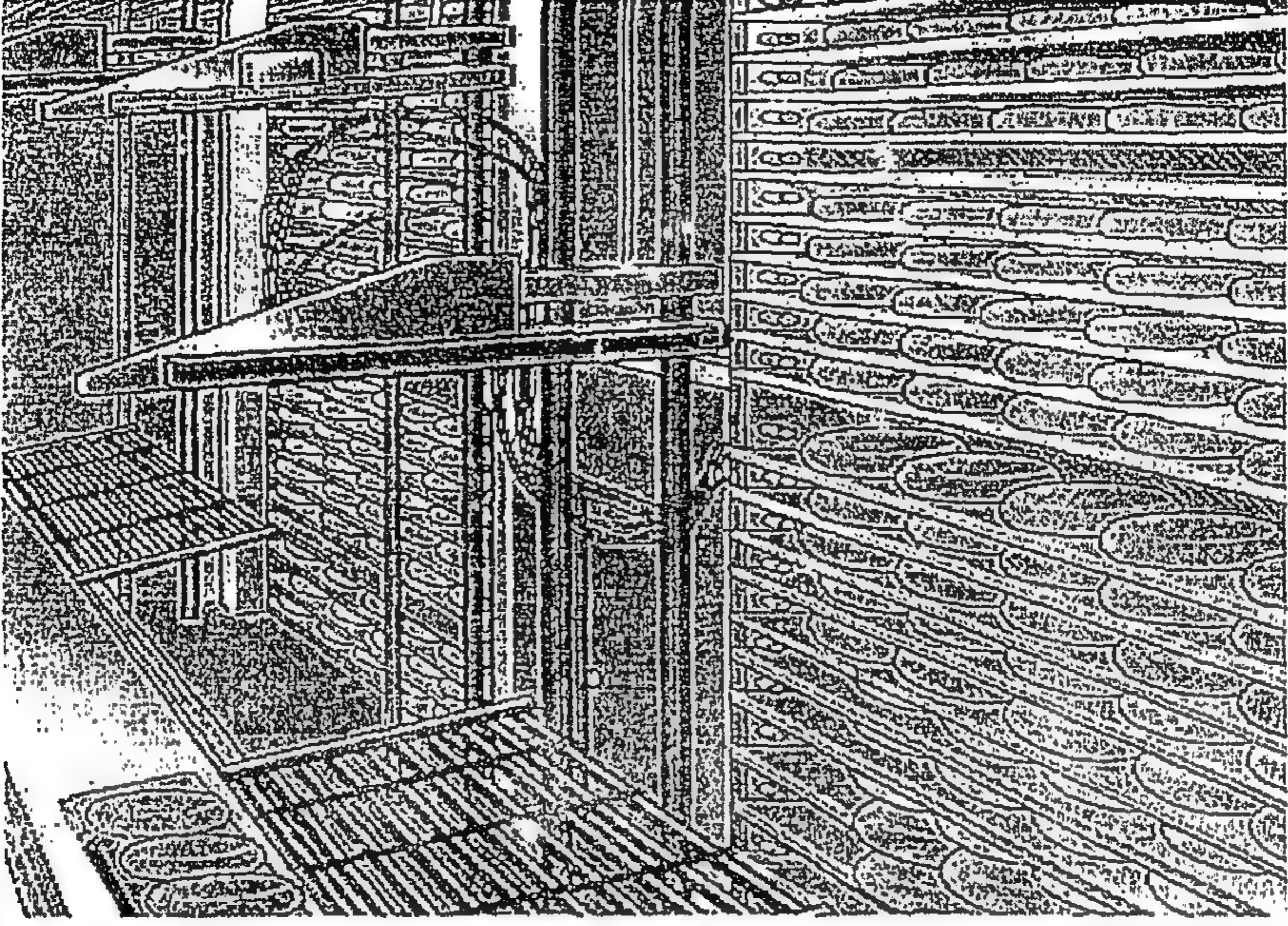
تسوية الجبن علي درجات حرارة تتراوح من $4,5^{\circ}\text{C}$ - $15,5^{\circ}\text{C}$ عادة. واذا انخفضت درجة الحرارة عن (40°F) فان ذلك يطيل من مدة التسوية مع عدم وضوح النكهة المميزة للجبن الناتج، في حين ان ارتفاع الحرارة عن (60°F) يؤدي الي ظهور نكهات غير مرغوبة نتيجة نشاط البكتريا المكونة للغاز. وفي هذا الصدد يجب ملاحظة ان الجبن المصنع من لبن مبستر يمكن تخزينه علي درجات حرارة اعلا نسبيا من ذلك المصنع من لبن خام. كذلك فان نسبة الرطوبة في حبرات التسوية لها تأثير كبير علي مدي سير عملية التسوية فيجب ان تكون في حدود $70\% - 80\%$ وارتفاع الرطوبة يشجع نمو الفطريات ويؤخر من تبخر رطوبة الجبن اما انخفاض رطوبة حجرة التسوية يسبب جفاف الجبن أو قد يؤدي الي تشققه.

ج - الحموضة:

حامض اللاكتيك المتكون يعتبر عاملا اساسيا في توفير رقم الـ pH المناسب لنمو ميكروبات التسوية بالاضافة الي منعه لنمو البكتريا الضارة الا ان زيادة الحموضة اكثر من اللازم يضعف من نشاط عوامل التسوية الاخرى.

د- التركيب الكيمو حيوي للخرثرة.

هـ - المحتوي الميكروبي للخرثرة.



حجرات تسوية الجبن

٦- حجم الاقراص:

- اهم التغيرات التي تحدث في مركبات الجبن الرئيسية اثناء

التسوية:

أولا: البروتين:

يعتبر الكازين اهم بروتينات اللبن في صناعة الجبن، فهو الاساس في عملية التجبن. والمسئول عن اكساب الجبن القوام المتماسك الثابت، علاوة علي انه يحجز جزء من الدهن في الخرثرة بالاضافة الي كمية مناسبة من الشرش تساعد في عملية التسوية. وعند تحلله يكسب الجبن الطعم والرائحة المميزين.

وفي تسوية الجبن الجافة فان الكازين يتحلل الي مركبات اكثر ذوبانا مثل البروتينوزات والبيتونات والبيتيدات المتعددة Polypeptides والبيتيدات والاحماض الامينية ونسبة بسيطة من الامونيا. وقد وجد انه في نهاية التسوية قد يتحول ثلث كمية الكازين الي الصور الذائبة في الماء. ويلاحظ ان تحول الباراكازين في الجبن الطرية الي الصور الذائبة يتم بمعدل اسرع منه في الجبن الجافة في خلال عملية التسوية، وهذا مايسبب طراوة الخثرة في الاولى مع انطلاق الاحماض الامينية بدرجة اسرع حتي ولو انخفضت درجة حرارة التسوية ويلاحظ كذلك انطلاق نسبة اعلا من الامونيا اثناء تسوية الجبن الطرية مقارنة بالاجبان الجافة. وكل ذلك يرجع الي نقطة مهمة يجب ملاحظتها وهي ان مدي التحلل البروتيني يزداد عادة بزيادة محتويات الرطوبة، وارتفاع درجة الحرارة وحجرات التسوية. وتحولات الكازين اثناء التسوية تحدث علي خطوات هي : باراكازينات الكالسيوم المتكونه بفعل انزيم الرنين تتحول بفعل الحموضة الي باراكازينات الكالسيوم الاحادية والتي تهاجمها الانزيمات المحللة للبروتين (سواء الموجودة طبيعيا في اللبن او التي مصدرها الأساسي ميكروبات إضافة إلي الميكروبات الأخرى بخلاب الباديء) بالاشتراك مع انزيم الرنين محله اياها الي مركبات بروتينية ذائبة بسيطة التركيب وهذه تشمل البيتيدات المتعددة polypeptides - الببتونات Peptones - بيتيدات Peptides - الاحماض الامينية Amino acids - ويتوالي التسوية تزداد نسبة البروتين الذائب بالنسبة للغير ذائب.

وعادة ما تتعرض الاحماض الامينية المتكونة وخاصة في الجبن الناضجة جدا الي تحللها عن طريق عملية سحب مجبرنة

الامين Deamination في وجود الهواء وتنتج الامين المقابل كما في الامثلة التالية:



او يحدث لها عملية Decarboxylation عن طريق إزالة مجموعة الكربوكسيل وذلك في عدم وجود الهواء وتنتج الامين المقابل كما في الامثلة التالية:



كما ويحدث عملية Transamination بين الاحماض الامينية والاحماض الكيتونية.

ومدي عملية تحلل البروتين تتوقف علي ظروف التصنيع والتسوية، فمثلا تتم عملية التحلل حتي مرحلة تكوين الاحماض الامينية بسرعة اما المرحلة التالية والخاصة بتحلل الاحماض الامينية المتكونه تكون ببطء.

وعموما فان نسبة الآزوت الذائب في الجبن الجافة حوالي ٣٢% من كمية الآزوت الكلية، بينما في الجبن الطرية قد تصل الي حوالي ٧٠-٨٠%.

وعمليا وجد ان تحلل البروتين يزداد بالتسوية السطحية كالتى تتم في بعض اصناف الجبن الطرية والنصف طرية. وتحدد نواتج عملية التحلل مدي قوة ونوع نكهة الجبن. وبالنسبة للجبن الجافة فان الجزء الداخلي من الخثرة تقل به نسبة الهواء. وينخفض جهد الاكسدة والاختزال بسرعة في اليوم الاول ويستمر في الانخفاض بعد ذلك، وتسوية الجبن تتم بدرجة منتظمة نسبيا في معظم الاصناف، الا انه في

الجبن الطرية والتي تحتوي علي ميكروفلورا سطحية (فطريات او بكتريا سطحية) فان عملية تسويتها تتم بمعدل اسرع علي السطح وتبدأ من السطح الي الداخل.

ثانياً: الدهن:

يعتبر الدهن المكون المحدد لريع الجبن وذلك يرجع الي انه مع الكازين يكونان في مجموعهما المادة الصلبة الكلية في الجبن. فهو المحدد لنسبة الريع لأي صنف من اصناف الجبن يزداد ريعه نتيجة ارتفاع نسبة الدهن المتبقي به بعد تصفية الشرش وذلك لان جزء من الدهن يفقد من الخثرة اثناء الصناعة وذلك يتوقف بالطبع علي طريقة الصناعة ومهارة الصناع وخبرتهم في اجراء التقطيع والتقليب والسمط والتصفية والشدرنه.. الخ. كذلك الي قوام وجسم الجبن الناتج.

اما عن الدهن كمصدر لنكهة الجبن اثناء التسوية قد يتحلل جزء منه بفعل انزيم الليباز الموجود اصلا باللبن او المفرز ميكروبيا، والتغير الكبير الذي يحدث في الدهن عادة مايكون في الجبن المسواة باللفظ مثل الجبن الروكفور التي يوحد في بادئها ميكروبات محلله للدهون

Lipolytic microorganisms

وفي كلا الحالتين يفرز انزيم الليباز الذي يحلل الدهن وتتفرد الاحماض الدهنية الطيارة مثل البيوتريك والكابريك وغيرها وهذه تسبب الرائحة النفاذة والطعم المميزين لمثل هذه الجبن.

ثالثاً: اللاكتوز:

وهو سكر اللبن الذي تخمره بكتريا حمض اللاكتيك الي حامض اللاكتيك المسئول عن نضج اللبن الطازج والحد من تكاثر البكتريا الغير مرغوبة بالاضافة الي اهميته في سرعة عملية التجبن بالمنفحة وسير العمليات التصنيعية الاخرى يتضح ان دوره في عملية التسوية يسبق تحلل البروتين والدهن حيث لابد من وجود الحموضة لتحلل كل

منهما، ويختفي معظم اللاكتوز من الجبن بعد حوالي اسبوعين من الصناعة.

رابعاً: الاملاح:

اهم ما يحدث فيها من تغير هو ما يختص بنسبة املاح الكالسيوم المرتبطة بالكازين اثناء التسوية فزيادة الحموضة اثناء التسوية تزيد من درجة ذوبان الخثرة في المحلول الحمضي والملحي مما يساعد علي سرعة التسوية.

خامساً: الماء:

اهم مكون من حيث انه يهيء الظروف الملائمة لنمو الميكروبات وخاصة المسئولة عن تحلل البروتينات وتحولها الي مواد ذائبة مرغوبة في التسوية. وهو يعمل علي اكساب الجبن الليونة وتنخفض نسبته في الجبن اثناء التخزين ومدى ذلك يتوقف علي درجة حرارة التسوية والرطوبة النسبية في غرف التخزين، وحجم الاقراص ونسبة الرطوبة بها ومساحة السطح المعرض وطول فترة التسوية. ومن اهم الاجبان المشهورة والتي تمثل الطرق المختلفة في التصنيع والتسوية هي:

١- الجبن التشيدر:

يغلب في تسويتها بكتريا حمض اللاكتيك السبحية التي تعمل بالاشتراك مع بكتريا حمض اللاكتيك العصوية في تحليل البروتينات حتي يتم الحصول علي مركبات وسطية واهماض امينية من بروتينات اللبن. وتنشط كل هذه البكتريا بتوافر الظروف الملائمة لها فمثلا تحتاج بكتريا حمض اللاكتيك العصوية لنواتج التحلل المبدئي للبروتين لتغذيتها فتبدأ بالنشاط بعد فترة من بدء التسوية عند تمام النشاط الحيوي للبكتريا السبحية.

٢- الاجبان السويسرية:

وتعتمد تسويتها علي تحليل البروتين كذلك بواسطة بكتريا اللاكتيك العصوية في فترة من فترات التسوية والتي تعمل علي توفر ظروف معينة فيبدأ نوع آخر من البكتريا في النشاط هي البكتريا المكونة لحمض البروبيونيك. ويساعد التحليل الجزئي للدهن والتحلل البروتيني علي التغيير في تركيب خثرة الجبنة مما يسهل اثناء التسوية من تكوين العيون المميزة لهذه الجبنة بعد احداث تغيير فجائي في ظروف التسوية من حيث الحرارة والرطوبة النسبية في حجرات التسوية.

٣-الجبنة الريكفور:

بعد تكوين الخثرة بدرجة حموضة معينة بمساعدة بكتريا حميض اللاكتيك يزرع فطر البنسيليوم ريكفورت *Penicillium roqueforti* في الخثرة والذي يعمل علي تحلل دهن الجبنة وانتاج الاحماض الدهنية الطيارة التي تغلب علي النواتج الاخرى وتحدد طعم الريكفور المميز.

٤- الجبنة الكولومبية:

وتسوي بالسماح لفطر البنسيليوم كانديد *Penicillium Candidum* بالنمو علي سطح الجبن فيفرز الانزيمات المحللة للدهن والبروتين فيحدث تحلل كامل ينتج من ضمن النواتج مركبات نشادر تحدد صفة النكهة في هذا الجبن.

ربع الجبن:

وهو يمثل كمية الجبن التي يمكن الحصول عليها باستعمال كمية معينة من اللبن.

ويتوقف الربع علي عدة عوامل هي:

١- كمية المفقود من الكازين والدهن في الشرش وخاصة اثناء مراحل الصناعة الاولى وتحت ظروف الصناعة العادية فان الشرش يحتوي علي ٠,١٠-٠,١٢% كازين وهذه تعادل ٢-٥% من الكازين الموجود في اللبن البقري المستعمل وترتفع هذه النسب للفقد اذا وقع أي خطأ في عملية التجبن ومايتبعها من خطوات الصناعة. اما بالنسبة لكمية الدهن المفقودة فتتوقف علي نسبة الدهن في اللبن الاصلي وعلي طريقة معاملة الخثرة. فعلي سبيل المثال عدم توفر الظروف المثالية لاتمام التجبن وتقطيع الخثرة قبل تمام التجبن أي وهي مازالت طرية وكذلك تقطيعها وتقليبها او سمطها علي درجة حرارة غير مناسبة مع التعالي في تقليبها العنيف والتصفية الغير سليمة للشرش وكذا فرم الخثرة وكبسها وتعبئتها بطريقة غير ملائمة كل ذلك يزيد من الفاقد في الدهن وكذا الكازين مما يؤثر علي الريع.

٢- كمية الملح بالجبن: ويؤدي وجود الملح بالجبن الي زيادة احتفاظها بالماء مما يساعد علي زيادة الريع.

٣- كمية الرطوبة بالجبن: بزيادة محتويات الجبن من الكازين نتيجة لارتفاعها باللبن المستعمل تعمل علي احتفاظ الجبن بكمية اكبر من الماء مع ثبات العوامل الاخرى. اما من حيث تأثير خطوات الصناعة فدرجة تقطيع الخثرة وحجم الجزيئات الناتجة وحموضة الخثرة ومدى عملية السمط والشدنة والفرم والكبس كلها تحدد مقدار الرطوبة التي تحتفظ بها الجبن (ريع ظاهري).

٤- حجم الاقراص: كلما صغر حجم الاقراص أي كلما زاد السطح المعرض للاقراص كلما زاد فقد الرطوبة والعكس.

٥- ظروف التسوية: تؤثر درجة الحرارة والرطوبة النسبية في حبرات التسوية علي مقدار تبخير الماء من الجبن والدهن وخروجه من الخثرة وبالتالي تؤثر علي نسب الريع النهائية للجبن بعد تسويته.

ميكنة صناعة الجبن

- الهدف من ميكنة صناعة الجبن:

١- تقليل مطالب الانتاج عن طريق تقليل العمالة واستخدام مساحات اقل داخل المصانع.

٢- زيادة الربح عن طريق تحسين طرق الصناعة التقليدية وبالتالي الاقلال من الفاقد في كل من الدهن والبروتين كما وان ابتكار طرق صناعة جديدة مثل الترشيح فوق العالي يؤدي الي الاستفادة من بعض مكونات اللبن مثل بروتينات الشرش والتي كانت تفقد في الشرش اثناء التصنيع التقليدي.

٣- توحيد صفات الناتج من حيث الوزن والمواصفات.

٤- تحسين الصفات الصحية للمنتج عن طريق عدم ملامسته بالايدي وعن طريق زيادة الاهتمام بنظافته وتعقيم الاجهزة.

وهناك طريقتان لميكنة صناعة الجبن:

١- ميكنة الطرق التقليدية:

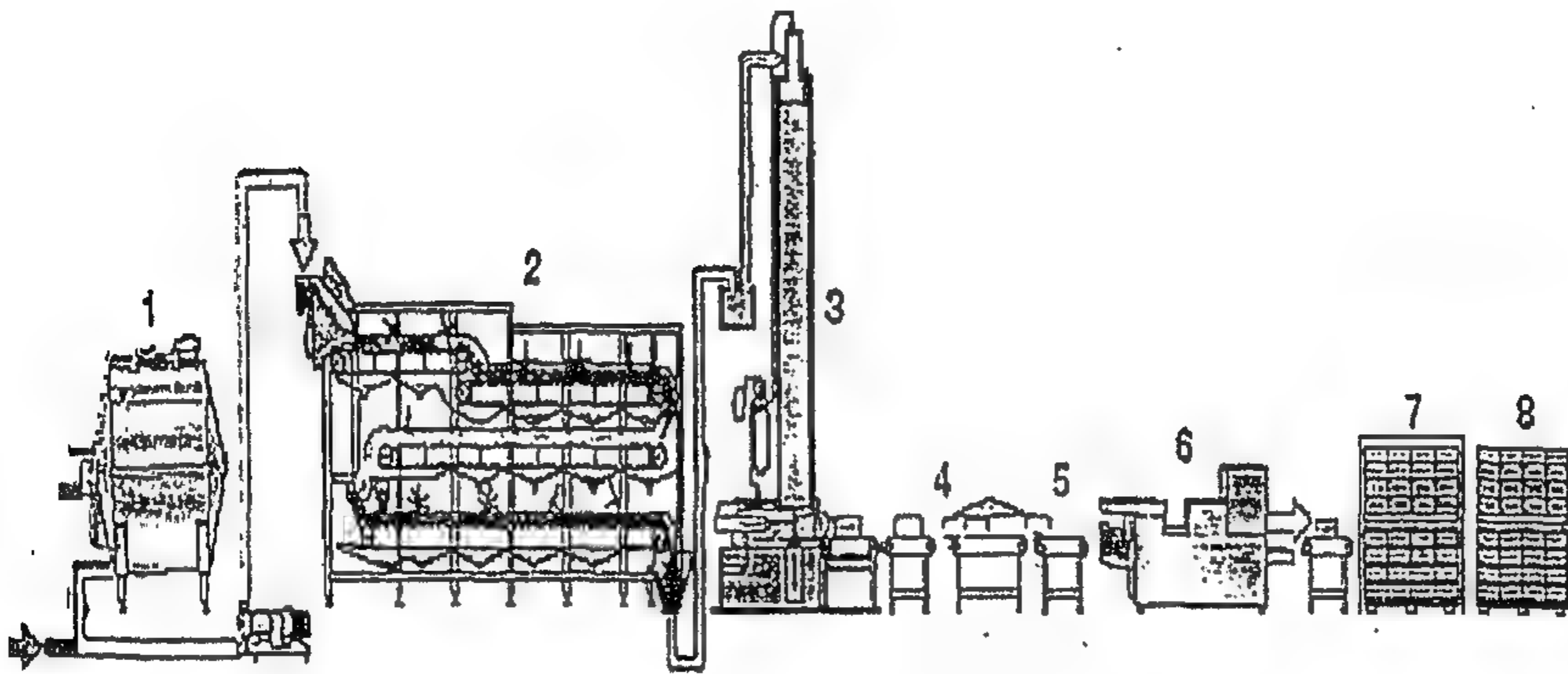
وفي هذه الطريقة يتم تصنيع آلات تحل محل العمالة ولكنها تؤدي نفس الخطوات التقليدية فمثلا عند تقطيع الخثرة يتم ذلك عن طريق سكاكين متحركة اوتوماتيكيا بطول وعرض حوض الجبن كما ان اضافة المنفحة تتم عن طريق طلمبات خاصة بدلا من اضافتها يدويا.

٢- ابتكار طرق جديدة في الصناعة:

ومن الامثلة علي ذلك استخدام الترشيح فوق العالي Ultrafiltration في صناعة الجبن.

والاساس في هذه الطريقة هو اختلاف مركبات اللبن في اوزانها الجزيئية وبالتالي فعند امرارها علي اغشية لها نفاذية اختيارية يتم احتجاز الجزيئات الكبيرة في الحجم علي سطح الاغشية ويمكن التخلص من الجزيئات الاصغر في الحجم مثل الاملاح والماء.

يترتب علي استخدام هذه الطريقة تركيز اللبن بالتخلص من نسبة كبيرة من الماء وكذلك بعض الاملاح واللاكتوز قبل اضافة المنفحة هذا بالاضافة الي الاحتفاظ ببروتينات الشرش داخل الخثرة والتي كانت تفقد معظمها في الشرش اثناء خطوات التصنيع التقليدية.



رسم يوضح عمليات ميكنة الجبن

- 1 Cheese vat
- 2 Cheddaring machine
- 3 Block former and bagger
- 4 Vacuum sealing
- 5 Weighing
- 6 Carton packer
- 7 Palletiser
- 8 Ripening store

- من فوائد هذه الطريقة:

- ١- زيادة في ريع الجبن تتراوح من ١٠ الى ١٥% بسبب احتجاز بروتينات الشرش داخل الخثرة.
- ٢- توفير مساحة كبيرة في المصنع كانت تستخدم في عمليات التخلص من الشرش التقليدية.
- ٣- توفير حوالي ٨٠% من كمية المنفحة المستخدمة في الطرق التقليدية.
- ٤- الشرش الناتج يكون خاليا من بروتينات الشرش وغير حامضي وبالتالي يسهل استخدامه في صناعات اخرى كما ان التخلص منه يكون ابسط ولا يسبب مشاكل في تلوث البيئة.
- ٥- توفير وقت التصنيع وتوفير العمالة.

هذا ويستخدم طريقة الترشيح فوق العالي Ultrafiltration في تصنيع الجبن الدمياطي في بعض المصانع الكبيرة بجمهورية مصر العربية.

الجبن المطبوخ او المعامل: Processed Cheese

الجبن المطبوخ او المعامل لا يعتبر صنف مستقل من اصناف الجبن بل عبارة عن خليط من عدة اصناف من الجبن بعد فرمها ثم تعامل بالحرارة بطريقة خاصة تمكن من اسالتها. والحرارة المستخدمة حوالي ٩٠° ف مع التقليب لمدة ٢-٣ دقيقة ثم تدفع بعدها الجبن الساخنة الي اجهزة آلية للتعبئة مباشرة سواء في قوالب كبيرة او صغيرة او في ورق الومنيوم. وعموما اغلب انواع الجبن ينفصل الدهن عنها اثناء التسخين لذلك تضاف لها مواد استحلاب بغرض خلط الدهن بباقي مركبات الجبن ومنع انفصالها اثناء التسخين.

والغرض من صناعة مثل هذا النوع من المنتج الغذائي هو:

- ١- الاستفادة بأنواع الجبن التي بها بعض العيوب ولا يسهل توزيعها.

٢- إطالة مدة حفظ الجبن الأصلية حيث تعمل الحرارة المستعملة في طبخ الجبن علي وقف زيادة التسوية بها وحفظها علي هذه الحالة لمدة معينة.

٣- إنتاج صنف سهل الحفظ والتداول حيث يتميز الجبن المعامل بسهولة التقطيع بالسكين مع امكان تشكيلة في احجام صغيرة للاستعمال المباشر دون تقطيع.

٤- تنوع الأشكال والأحجام والأصناف المنتجة منه مثل (جبن معامل في صورة كتل - جبن معامل في صورة قابلة للفرد، جبن معامل في صورة شرائح).

٥- إنتاج اصناف مختلفة في نسبة الرطوبة بها ونسبة الدهن ونسبة الدهن للمادة الجافة.

٦- إنتاج أصناف جبن معامل يحتوي علي إضافات مختلفة من التوابل واللحوم والخضروات والأعشاب والأسماك.
بعض العيوب التي قد تظهر في الجبن:

.. قد تظهر عيوب كثيرة في الجبن مثل عيوب القوام والتركيب. للجبن مثل الجبن الجاف ذو القوام العجيني او القوام شديد الجفاف او ذو الثقوب الناتجة من التلوث ببكتريا الكوليفورم. كذلك عيوب اللون فقد يكون اللون غير متجانس أي متبقعا او باهتا اما بالنسبة لعيوب المظهر الخارجي الاخرى فقد يحدث تشقق في القشرة او نمو الفطريات علي اسطح الجبن بالاضافة لعدم انتظام هذه السطوح او انتفاخ اقراص الجبن.

بالنسبة لاهم العيوب التي تظهر في الطعم هو الطعم النحاض في الزائد ويحدث نتيجة ارتفاع نسبة الرطوبة في الجبن او زيادة نمو بكتريا حامض اللاكتيك به اما الطعم المر في الجبن فيرجع الي تراكم البيبتونات والبيبتيدات اثناء تسوية الجبن او قد ترجع لتجمع بعض

الاحماض الامينية ذات الطعم المر. وقد يرجع ذلك نتيجة لزيادة الحموضة او استعمال كميات زائدة من المنفحة او قد يكمن السبب نتيجة نمو سلالات بكتيرية *Escherichia coli* or *Lactobacillus casei*.

اما بالنسبة للطعم المتزنخ فيرجع بدرجة كبيرة الي البكتريا المحللة للدهن التي قد تلوث اللبن وقد يؤدي وجود النكهة الزنخة في اللبن الي ظهور نكهات اخري غير مرغوبة في الجبن الناتج.

التلف الميكروبي للجبن:

أ - تكوين الغازات:

وتكوين الغازات في الجبن اما ان يكون مبكرا أي بعد الصناعة بأيام قليلة ويكون سببه اما بكتريا القولون وشبيهاتها والخمائر وبعض افراد الجنس *Bacillus* مثل *Bacillus polymyxa* وقد يتكون الغاز متأخرا وذلك في الجبن الجاف بعد اشهر من الصناعة ويتسبب عادة عن نشاط انواع من الجنس *Clostridium* مثل *Clostridium sporogenes* وهو يسبب ثقب كبيرة في الجبن، وهناك محاولات للحد من هذا العيب باستخدام بادئات تحتوي علي السلالات المنتجة للمضاد الحيوي نيسين Nisin والتابعه للبكتريا *Lactococcus lactis* spp. *lactis*.

ب - التلوث بالفطريات:

ويعتبر سطح الجبن الجاف من افضل البيئات المناسبة لنمو الفطريات ويشمل ذلك الاجناس *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Monilia* ويمكن القضاء علي الفطريات في جرات التسوية بالتبخير Fumigation بالفورمالدهيد وبرمنجنات البوتاسيوم،

ولف الجبن في بولي ايثيلين سبق غمره بمحلول ١٠% من سوربات البوتاسيوم او بروبيونات الكالسيوم. والتنظيف الجيد لأسطح الاقراص، التنظيف الجيد والتطهير لارفف حجلات التسوية وضبط الرطوبة النسبية في حجلات التسوية.

ج - النكهات الغير عادية:

مثل نكهة كحول الايماييل وتسببها افراد النوع *Micrococcus caseolyticus* والنكهة الزنخة وتسببها الميكروبات المحللة للدهن والطعم المر وينشأ نتيجة نشاط كلا من الميكروبات المحللة للدهن والبروتينات.

د - التبقعات اللونية:

تنشأ بعض التبقعات اللونية مثل البقع الصدئة في الجبن الشيدر وتسببها سلالات *Lactobacillus rubrum* كما وأن بعض السلالات التابعة للجنس *Lactobacillus* تسبب تبقع بعض اصناف الاجبان الايطالية باللون الوردي.

الباب التاسع

صناعة الالبان المركزة

تعتبر من اهم الصناعات اللبنية وتجري بغرض حفظ اللبن لمدة طويلة بحيث يمكن تسويق الزائد من انتاج اللبن في فصل معين لسد الحاجة عند نقصه في فصل آخر او في مناطق اخري بالاضافة الي سهولة نقله وحفظه. واساس صناعة هذه المنتجات اللبنية المركزة هو تبخير نسبة معينة مما يحتويه اللبن من الماء فنحصل علي مايسمي الالبان المكثفة وقد يضاف اليها سكروز فنحصل علي مايسمي بالالبان المكثف المحلي Sweetened condensed milk أو قد تعقم ويسمي اللبن حينئذ اللبن المكثف المعقم Sterilized condensed milk ويعرف عادة ايضا باسم Evaporated milk . هذا واذا تم التخلص كلية مما يحتويه اللبن الخام من ماء نحصل علي اللبن المجفف او بودرة اللبن Dried milk or milk powder وهناك عمليات كثيرة تتبع لتجهيز اللبن الخام لصناعة الالبان المركزة وهي تشمل استلام اللبن وتنقيته واجراء التعديل اللازم لمكوناته فيجب ان يكون اللبن المستعمل في هذه الصناعة

١- عالي الجودة.

٢- خالي من أي عيوب سواء في الطعم أو الرائحة أو التركيب.

٣- ناتج من حيوانات سليمة.

٤- لا تزيد به نسبة الحموضة عن ٠,١٧ %.

٥- والثبات الحراري علي درجة ١٣٠-١٤٠°م.

وعدم توافر الشروط السابقة ينعكس مباشرة علي جودة الناتج النهائي او قد ينشأ عنها صعوبات تعوق عملية التصنيع. وعادة ماتجري اختبارات خاصة للتأكد من صلاحية اللبن ومدي تحمل

بروتينه للمعاملات الحرارية اثناء التصنيع مثل اختبار الكحول، وتجري بعد ذلك عملية التنقية لازالة مايكون قد علق به من شوائب وذلك باستعمال المنقيات Clarifiers والتي تفصل الشوائب بطريقة الطرد المركزي .

صناعة اللبن المكثف

Manufacture of Condensed Milk

يعتبر نيكولاس أبيرت Nicolas Appert عام (١٨٢٦) اول من فكر في الحصول علي لبن مكثف وأول مصنع للالبان المكثفة انشئ في أمريكا عام (١٨٥٨) وفي أوروبا عام (١٨٦٦). وكان الاساس في حفظ اللبن المكثف هو اضافة السكر الا انه ونتيجة لبحاث العالم جون مينبرج John B. Meyenberg عام (١٨٨٤) امكن صناعة لبن مكثف بدون اضافة السكر كمادة حافظة ومنذ ذلك التاريخ عرف نرجسي اللبن المكثف وهما اللبن المكثف المحلي واللبن المكثف المعقم. ويوضح الجدول التالي التركيب الكيماوي لكل منهما:

* تركيب اللبن المكثف:

مكونات اللبن	المكثف المحلي	المكثف المعقم
الدهن	٩,٥-٩	٩-٨
المواد الصلبة اللادهنية	٢٣-٢٢	٢٣-٢١
السكروز	٤٢,٥-٤٢	-
الماء	٢٩-٢٥	٧٠-٦٩

تتم عملية تكثيف اللبن في وحدات التفريغ او قد تسمى حلل التفريغ Vacuum Pan وهي تعمل كما يدل الاسم بإحداث تفريغ هوائي

بدرجة معينة وبذلك تنخفض نقطة غليان اللبن فلا تتأثر مكوناته الحساسة للحرارة، وتتكون الاجهزة المستخدمة في التكثيف اساسا من المبخر Evaporator والفاصل Separator والمكثف Condenser واجهزة التفريغ وازالة البخار المكثف ويعتبر المبخر Evaporator هو اهم جزء حيث تتم فيه عملية التخلص من الماء وهناك انواع عديدة منها مثل مبخرات الفيلم الصاعد ومبخرات الفيلم الساقط والمبخرات ذات الالواح. هذه المبخرات تعمل عند درجة حرارة 40°C - 70°C تحت تفريغ.

وتبني عملية التكثيف تحت تفريغ علي أن درجات الحرارة الاقل من 100°C لا تحدث تغيرات كبيرة في مكونات اللبن من حيث حالتها الطبيعية والكيميائية كما هو الحال علي درجات الحرارة اعلى من 100°C ، واهم المكونات التي يعثر عليها التغير بفعل الحرارة العالية اللاكتوز مما يؤدي الي تغير في لون وطعم اللبن المكثف الناتج.

أ - استعمال المبخرات متعددة الوحدات:

اذا تكون جهاز التكثيف Evaporator من وحدة تفريغ واحدة فان عملية التكثيف تكون عالية التكاليف أي تعتبر غير اقتصادية الا انها قد تناسب اغراض خاصة مثل صناعة اللبن المكثف المحلي، واذا ما تكون الجهاز من وحدتين او اكثر من وحدات التفريغ فان العملية تصبح اكثر اقتصادية حيث توفر كثير من النفقات فيما يتعلق باستهلاك الوقود حيث يمكن استعمال البخار الساخن عدة مرات حسب عدد وحدات التفريغ في الجهاز.

وقد وجد ان الجهاز ذو وحده التفريغ الواحدة يستهلك رطل من البخار في تبخير رطل من الماء، بينما في الجهاز ذو الوحدتين يحتاج الي نصف هذه الكمية فقط. اما في الجهاز متعدد الوحدات (٣ وحدات)

يستهلك ثلث رطل فقط وهكذا فان بزيادة عدد وحدات التفريغ تقل تكاليف انتاج اللبن المكثف كثيرا.

ب- استعمال المبخرات ذات الغشاء (الفيلم المتصاعد): Climbing Film Evaporators

وفيها يدخل اللبن من الجزء السفلي لانايبب التسخين الشاهقة الارتفاع والتي توجد في وضع رأسي (قطر ٥ سم، ارتفاع ٧-٨ متر) وتعرض اللبن للتفريغ داخل الجهاز فانه يغلي ويزداد الحجم النوعي له بشدة ويسبب ذلك تصاعده علي صورة غشاء رقيق خلال انايبب التسخين. ثم يتجه اللبن المكثف والبخار الي وحدة فصل البخار عن اللبن المكثف.

ج - وهناك انواع اخري من المكثفات (المبخرات) تبني علي نفس الفكرة السابقة الا ان الاختلاف في ان اللبن لا يتصاعد في انايبب التسخين بل انه يهبط في صورة غشاء رقيق علي جدران هذه الانايبب وتسمى هذه بالمكثفات ذات الفيلم الساقط Descending film evaporators . وهذه تستعمل بكثرة في صناعة الالبان المركزة.

د - واحداث انواع المكثفات هو المكثف ذو الالواح Plates evaporators ويتميز بصغر حجمه وسهولة التحكم في كفاءته عن طريق زيادة او نقص عدد الالواح المستخدمة وكذا سهولة تنظيفه. وهذا الجهاز يشابه اجهزة البسترة السريعة لحد كبير. ويستطيع المكثف من هذا النوع والذي يحتوي علي وحدتين تبخير ٦٠٠٠ لتر من الماء في الساعة.

وعند اختيار أي نوع من انواع المكثفات لابد ان نضع في اعتبارنا مايلي:

- ١- لا يسبب بقدر الامكان تغييرات في صفات اللبن الطبيعية والكيمائية بعد التكتيف .
- ٢- ان يتم التكتيف بأسرع مايمكن .
- ٣- ان يكون المكثف ذو تصميم بسيط بحيث يسهل تفهمه للقائمون بالعملية .
- ٤- سهولة فك اجزاء المكثف حتي يتم تنظيفه بسهولة وبكفاءة عالية
- ٥- ان يكون حجمه معتدل لا يشغل حيزا كبيرا وخاصة بالنسبة لارتفاعه .
- ٦- يسهل التحكم في انتاجيته عند الحاجة .
- ٧- ان يكون استعماله اقتصاديا من جميع النواحي .

١- صناعة اللبن المكثف المحلي:

تعتبر اضافة السكر لهذا الناتج هو وسيلة الحفظ الاساسية في صناعته وذلك بدون الحاجة الي تعقيمه. فوجود السكر يكسبه ضغط اسموزي عالي يعمل علي اعاقه نمو الميكروبات. وعادة مايكون تركيز المواد الصلبة الكلية في اللبن المكثف المحلي حوالي ٢,٥ مرة قدرها في اللبن الخام. ويضاف السكر عادة بنسبة تتراوح ما بين ٤٠-٤٥% من تركيب الناتج النهائي كذلك فانه يحتوي علي الدهن بنسبة ٩,٥%، المواد الصلبة الكلية حتي ٢٣,٥%.

- وفيما يلي سنتكلم بايجاز عن اهم خطوات الصناعة:

١- التسخين الابتدائي: Forewarming

وفيها يتم تسخين اللبن الي درجة حرارة تتراوح ما بين ١١٠-١١٥°م لعدة ثوان وذلك في حالة استعمال المسخنات اللحظية وتجري هذه العملية بغرض:

- ١- تثبيط عمل الانزيمات الضارة مثل انزيم الليباز مثلا والذي قد يسبب ظهور الطعم المترنخ او المر في الناتج النهائي .
- ٢- القضاء علي معظم ميكروبات اللبن .
- ٣- تسهل عملية اذابة السكر المضاف عادة للبن قبل دخوله الي المكثفات .
- ٤- دخول اللبن المسخن ابتدائيا الي المكثفات يرفع من كفاءة عملية التكثيف تحت التفريغ حيث يسرع من غليان اللبن وبالتالي تبخير الماء
- ٥- تمنع ارتفاع كثافة الناتج النهائي وعدم ترسيب سترات أو فوسفات الكالسيوم او الماغنسيوم في العلب اثناء تخزينها

٢- اضافة السكر : Addition of Sugar

بعد الانتهاء من عملية التسخين الابتدائي ينقل اللبن الي خزانات خاصة يتم فيها اضافة السكر الذي عادة ما يضاف في صورة محلول مركز معقم تركيزه حوالي ٧٠% من السكر النقي الخالي من الشوائب تماما.

وعادة ما يضاف ١٧ كيلو سكر لكل ١٠٠ لتر من اللبن الخام المعدل .

٣- التكثيف : Condensing

بعد تمام خلط السكر باللبن ينقل الي جهاز التكثيف حيث يتم تكثيفه تحت تفريغ هوائي قدره ٧٠ سم زئبق علي درجة حراره تتراوح ما بين ٤٨ - ٥٣°م. ويجب الا تتعدى درجة حرارة التكثيف ٥٥°م لكي لا يحترق السكر وبالتالي وترتفع لزوجة الناتج النهائي. وفترة التكثيف تتوقف علي نوع الجهاز المستعمل. وعادة ما تتراوح درجة التكثيف المطلوبة ٢,٥ - ٢,٦ والذي عندها تكون كثافة اللبن ١,٣.

٤- التبريد: Cooling

بعد خروج اللبن المكثف يجب ان يبرد بسرعة ويتم ذلك في مبردات خاصة، وتعتبر عملية التبريد من أدق مراحل صناعة اللبن المكثف المحلي فالتحكم فيها يمنع ظهور عيوب كثيرة اهمها علي الاطلاق عيب الملمس الرملي Sandy texture أو قد يسمى اللبن الرملي Sandy milk وهو غير مقبول لدي الغالبية العظمي من المستهلكين. عند خروج اللبن من اجهزة التكتيف يوجد اللاكتوز به علي صورة محلول فوق مشبع (يصل تركيزه الي ٤٠% في سيرم اللبن) ولكن سرعان ماتختفي هذه الصورة نتيجة لتكون بللورات اللاكتوز. واذا ما اجرييت عملية تبريد ببطء فانه علي درجة حرارة تقع ما بين ٤٠ - ٥٠°م يبدأ تكون عدد من البللورات سرعان ماتزداد في الحجم بتوالي الانخفاض البطيء في درجة الحرارة. وفي النهاية يظهر في اللبن بللورات كبيرة الحجم من اللاكتوز والتي تعتبر مسئولة عن ظهور عيب الملمس الرملي الذي يميزه المستهلك بسرعة بمجرد تذوقه اللبن.

ولكي نتجنب ظهور مثل هذا العيب يجب ان تكون هذه البللورات دقيقة الحجم بحيث لا يشعر بها المستهلك عند تناول اللبن. ويمكن الوصول الي ذلك عن طريق التحكم في عملية التبريد بان تجري بسرعة جدا بمجرد خروج اللبن من اجهزة التكتيف بحيث تنخفض بسرعة الي درجة ٣٠ - ٣٢°م. وعلي هذه الدرجة تكون عملية البلورة في اعلي معدلاتها نظرا لعدم ارتفاع لزوجة اللبن. وللمساعدة علي سرعة تكون البللورات يمكن ان يضاف الي اللبن في اثناء عملية التبريد كمية من اللاكتوز اللامائي (حوالي ١٢٠ - ٢٠٠ جم/١٠٠٠ كيلو جرام لبن) او قد يضاف قليلا من اللبن المكثف المصنع سابقا وتسمى هذه عملية بذر اللاكتوز Seeding of lactose وتتم عملية

التبريد والبلورة في وعاء مزدوج الحدران يمر بين جدرانها محلول التبريد ويزود بمقلبات خاصة تساعد علي سرعة انخفاض درجة حرارة اللبن وتسهل من التوزيع المتجانس لبلورات اللاكتوز في كل كمية اللبن.

٥- التعبئة:

تتم تعبئة اللبن المكثف المحلي اتوماتيكيا في علب مستديرة من الصفيح ويتم غلقها باحكام ولكي يمكن تجنب عديد من العيوب وخاصة زيادة زيادة لزوجة اللبن فانه يجب الا تزيد درجة حرارة المخازن عن ١٠م.

العيوب التي قد تظهر في اللبن المكثف المحلي:

أولا: العيوب الميكروبيولوجية:

يتميز اللبن المكثف المحلي بأنه لا يمر بعملية تعقيم ويكتفي بوجود نسبة عالية من السكر كمادة حافظة تمنع نمو العديد من الميكروبات. الا ان بعضها يمكنه النمو في هذا الوسط ويؤدي بالتالي لظهور بعض العيوب الميكروبية. والتي سبق مناقشتها في الباب الخاص بميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته.

ثانيا: العيوب الكيماوية والطبيعية واهمها:

١- الملمس الرملي Sandy texture :

ويحدث بسبب بطء عيوب في عملية التبريد تعمل علي تكون بلورات كبيرة من اللاكتوز ذات ملمس خشن. ويعتبر الناتج ناعم الملمس اذا لم يزد حجم البلورة اللاكتوز عن ١٠ ميكرون، ويمكن الوصول الي ذلك بان تجري عملية التبريد بسرعة تسمح بتكون

بللورات دقيقة الحجم مع التقليل الشديد وقد يشجع تكون مثل هذه البللورات اضافة قليل من اللاكتوز الجاف اثناء عملية التبريد.

٢- ترسيب السكر : Sugar Sedimentation

ثبت بالفحص الميكروسكوبي والتحليل الكيماوي ان هذا الراسب يتكون من بللورات اللاكتوز. وسبب ترسيبها في قاع العبوات يرجع الي اختلاف الوزن النوعي لكل من اللاكتوز المتبلور وبقية اللبن المكثف.

٣- الثخانة: Thickening

وهو عيب شائع الانتشار وقد يحدث اما بفعل البكتريا او التفاعلات الكيماوية الطبيعية. والثخانة الكيماوية مرتبطة بظاهرة الانتفاخ الغروي او تأدريت بروتينات اللبن وخاصة الكازين اثناء التخزين. لذلك فان ظروف التخزين من درجة حرارة ورطوبة قد تسرع او تمنع من ظهور هذا العيب.

٤- عيوب النكهات:

أ- النكهة التزنخية: Rancid Flavor

وسببها وجود انزيم الليبيز الذي يحلل الدهن ونتيجة ذلك انطلاق الاحماض الدهنية القصيرة السلسلة والتي اهمها حامض البيوتريك والتي تسبب ظهور هذا العيب ويمكن التغلب علي ذلك باجراء التسخين الابتدائي علي درجة حرارة أعلا من ١٧٠°ف حيث تقضي علي انزيم الليبيز.

ب- النكهة المعدنية: Metallic Falvor

وترجع الي استخدام اجهزة وادوات مصنوعة من النحاس كأجهزة التسخين الابتدائي او حلل التفريغ وقد اختفي ظهور هذا العيب

باستعمال الاجهزة والادوات المصنوعة من الحديد الغير قابل للصدأ.
Stainless Steel

ج - النكهة الشحمية: Tallowy Flavor

وترجع الي حدوث الاكسدة الذاتية Autoxidation لدهن اللبن.

٥- انفصال الدهن: Fat Separation

ويحدث بسبب انخفاض اللزوجة مما يساعد علي انفصال الدهن وتجمعه فوق السطح في العبوات. ويتغلب علي هذا العيب باتباع الطرق المؤدية الي رفع لزوجة الناتج النهائي للدرجة المرغوبة.

٦- اللون القاتم: Dark Color

يؤدي ارتفاع حرارة التسخين وحرارة التخزين الي ظهور هذا العيب وعادة لا يتغير لون اللبن اذا ما خزنت عبواته علي درجة حرارة ٤٠-٥٠°ف.

٢- صناعة اللبن المكثف المعقم:

Manufacture of Evaporated Milk

وقد يسمى هذا الناتج ايضا باسم اللبن المكثف غير المحلي. وهو يحتوي علي نسبة أعلا من الماء عن اللبن المكثف المحلي حيث يتم فيه تبخير ٤٥% من نسبة الماء في اللبن الخام المستعمل. وتجري عليه عملية التعقيم بعد تكثيفه وتعبئته في العلب لكي لا تحدث أي تغيرات كيميائية وطبيعية في مكوناته اثناء تداوله وحتى وقت استهلاكه كما هو الحال في صناعة الفواكه والخضر المحفوظة.

- وفيما يلي استعراض سريع لاهم مراحل صناعة اللبن المكثف المعقم:

١- التسخين الابتدائي:

حيث يتم تسخين اللبن المعدل الطازج الي درجة حرارة مرتفعة لعدة ثوان للقضاء علي معظم الميكروبات والانزيمات الي جانب رفع الثبات الحراري لبروتينات اللبن بحيث لا تتكون أي خثرات لبنية في اللبن المكثف عند تعقيمه مع ثبات المستحلب الدهني. وعادة تستعمل درجة حرارة ١٠٥-١١٠°م لمدة ٢٠ دقيقة او درجات اكثر ارتفاعا مثل ١٢٠-١٣٠°م لمدة ٢-٣ دقيقة للبن.

٢- التكتيف:

بعد تسخين اللبن ابتدائيا بدفع اللبن الي المكثفات التي يتم فيها تكتيفه تحت تفريغ حوالي ٢٥ بوصة (درجة الغليان ٤٧ م) حتي تصل كثافته الي ١,١٥.

٣- التجنيس:

بعد تكتيف اللبن للدرجة المطلوبة يتم تجنيسه باستعمال المجنسات Homogenizers والتي بواسطتها يتم تفتيت حبيبات الدهن الي حبيبات اقل حجما وبذلك يمنع انفصالها وتجمعها علي سطح. عبوات اللبن اثناء تخزينها وبذلك نضمن تجانس اللبن وعدالة توزيع الدهن في كل اجزاء اللبن. بالاضافة الي ماسبق فان عملية التجنيس ترفع من قابلية اللبن للهضم وعادة يتم التجنيس علي مرحلتين الاولى تحت ضغط ٢٥٠٠ رطل/بوصة^٢ والثانية ٥٠٠ رطل/بوصة^٢

٤- التبريد:

يخرج اللبن من المجنس الي المبردات حيث يبرد في معزل عن الهواء الي درجة حرارة ٧-٨°م. ويجب ان تتم عملية التبريد بسرعة لتجنب تبلور اللاكتوز وتسبب هذه العملية ايضا وقف نمو ونشاط غالبية الميكروبات حتي اجراء عملية التعقيم.

٥- اضافة المثبتات:

اذا لوحظ ان اللبن الخام المستعمل لم يظهر ثباتا عاليا للحرارة فانه يجب اضافة كمية بسيطة من الاملاح ذات التأثير المثبت والتي تعمل علي رفع الثبات الحراري للبن مثل سترات أو فوسفات الصوديوم والتي تؤثر علي الميزان الملحي للبن وبذلك فأننا نتجنب خطورة التجبن الجزئي للبن في العلب اثناء عملية التعقيم.

٦- التعبئة:

تتم اوتوماتيكيا في علب من الصفيح سعة ٤١٠ أو ١٧٠ جرام والتي يتم غلقها غلقا محكما وتغمر العلب بعد ذلك في حوض مائي مسخن لدرجة ٨٠°م وذلك للكشف علي كفاءة عملية القفل حيث ستخرج فقائيع من الهواء من العلب غير محكمة القفل يمكن ملاحظتها بسهولة.

٧- التعقيم:

ويجري التعقيم عادة باستعمال البخار الساخن وذلك في اوتوكلاف خاص. وعادة ما يتم التعقيم لمدة ٢١ دقيقة علي درجة حرارة ١٢١°م وعملية التبريد النهائي للعلب تتم في احواض خاصة مزودة بماء بارد او قد تتم في نفس الاوتوكلاف (المعقمات). ومن المفضل ان يتم تبريد اللبن الي درجة حرارة اقل من ٢٠°م ولمدة ١٥ دقيقة. هذا ويمكن ان تتم عملية التعقيم والتبريد في معقمات من النوع المستمر.

٨- التخزين:

يتم حفظ العلب بعد ذلك لمدة تتراوح ما بين اسبوعين الي ثلاثة اسابيع علي درجة حرارة ٢٥-٢٧°م وذلك لملاحظة حدوث أي تغيرات غير مرغوبة.

العيوب التي قد تظهر في اللبن المكثف المعقم:

أولاً: العيوب الميكروبيولوجية:

يعتبر اللبن المكثف المعقم العادي خالياً من الميكروبات المرضية لذلك فإنه يمكن استخدامه بأمان خاصة في تغذية الأطفال. إلا أنه في بعض الأحوال النادرة قد يحتوي علي بكتريا نتيجة تلوثه أثناء الصناعة أو لعدم كفاءه المعاملات الحرارية التي يمر بها. والتي تسبب مناقشتها في الباب الخاص بميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته.

ثانياً: العيوب الكيماوية الطبيعية:

١- التجلين الحراري: Heat Coagulation

واهم اسبابه انخفاض الثبات الحراري لبروتينات اللبن أثناء التعقيم.

٢- انفصال الدهن أثناء التخزين:

وجد ان التجنيس يمنع ظهور هذا العيب ويجب ان تؤدي عملية التجنيس الي الحصول علي حبيبات دهن منتظمة القطر (٢ ميكرون-او اقل) مع اعلا ثبات حراري وانسب لزوجة للنتائج النهائي.

٣- الرواسب الملحية: Mineral Deposit

وهذه تتكون عادة من سترات الكالسيوم الثلاثية، وعموماً وجد ان التخزين علي درجة اقل من ٥ - ٧°م منع ظهور هذا العيب.

٤- اللون البني: Browning

ويرجع الي تفاعل سكر اللبن مع بعض الاحماض الامينية أثناء التعقيم.

٣- صناعة اللبن المجفف: Manufacture of Dried Milk

اللبن المجفف صورة من صور الالبان المركزة وهو اكثرها تركيزاً والغرض الاساسي من صناعته حفظ مكونات اللبن في صورة مركزة يسهل نقلها وتداولها في أي مكان من العالم مع عدم حدوث أي تغيرات كيماوية أو طبيعية لها. وساعد وقوع الحرب العالمية الثانية في

ازدهار هذه الصناعة خاصة في أمريكا حيث عوضت ما أنتجته منه النقص الشديد الذي عانت منه أوروبا في المواد الغذائية في فترة ما بعد الحرب وذلك بسبب سهولة نقله بطريقة اقتصادية. ويوجد اللبن المجفف علي عدة صور فقد يكون لبن مجفف كامل او نصف دسم او لبن فرز. وعادة مايكون تجفيف اللبن الكامل اصعب بكثير من اللبن الفرز وذلك لخطورة احتمال اكسدة الدهن وظهور الطعم المر اثناء التخزين.

واهم الصعوبات في صناعة الالبان المجففة في مدي مقدرتها علي الذوبان في الماء. لذلك فان اهم اهداف هذه الصناعة هو تجنب حدوث أي تغيرات في طبيعة مكونات اللبن من حيث مقدرتها علي الذوبان بحيث يتم في سهولة ويسر، ويجب ان يكون اللبن المستعمل في التجفيف جيد الصفات وخالي من الشوائب واجريت عليه عملية تعديل في مكوناته بحيث توافق المواصفات القانونية.

والجدول التالي يبين التركيب الكيماوي لبعض الالبان المجففة:

مكونات اللبن	لبن كامل	لبن فرز
ماء	٢	٣,٢٣
دهن	٢٧	٠,٨٨
بروتين	٢٦,٥	٣٦,٨٩
لاكتوز	٣٨	٥٠,٥٢
رماد	٦,٠٥	٨,١٥
حامض لاكتيك	—	١,٤٠

* طرق تجفيف اللبن:

توجد عدة طرق لتجفيف اللبن مثل:

١- طريقة التجفيد Freeze Drying Method :

وتتم اما بتجميد اللبن وفصل بللورات الثلج بالطرد المركزي او بجعل بلورات الثلج تتسامي أي تتحول الي بخار ماء دون مرورها بالحالة السائلة وذلك بتعرضها للحرارة تحت ظروف تفريغ مرتفع.

٢- والطرق الاكثر شيوعا هي التي تعتمد علي التسخين لتبخير الماء والحصول علي مكونات اللبن في صورة جافة وعملية التسخين قد تتم في الجو العادي او تحت تفريغ. ومن هذه الطريقة طريقتين رئيسيتين هما:

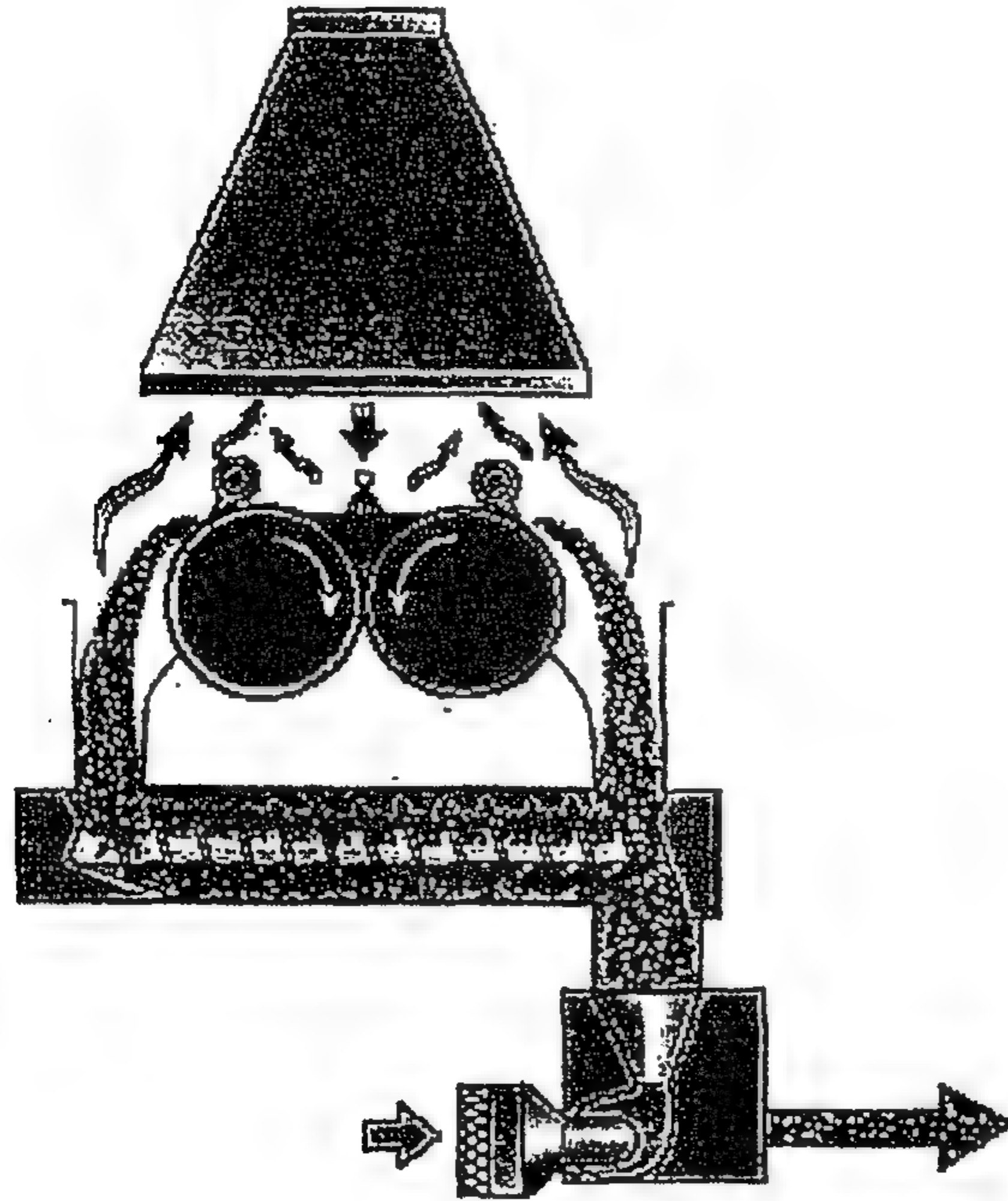
أولا: طريقة التجفيف الغشائي بالاسطوانات:

Drum or Film Drying System (Roller Process)

تتكون وحدة التجفيف من اسطوانتين قريبتين من بعضهما يدوران في اتجاه عكسي ويسخنا من الداخل بالبخار المضغوط (١٣٠-١٥٠°م) وينزل اللبن تحت تأثير ثقله من خزان علوي في المسافة مابين الاسطوانتين بطريقة منتظمة بتوزع علي سطحها علي صورة غشاء رقيق سرعان مايجف اثناء دوران الاسطوانات ويتم كشطه من عليها بواسطة سكاكين خاصة مثبتة علي طرفي الاسطوانتين الخارجيتين، ويتم سحب البخار المتكون بواسطة طلمبة خاصة مثبتة اعلا وحدة التجفيف.

وتختلف سرعة دوران الاسطوانتين باختلاف حجم كل منهما وضغط البخار المستعمل في التسخين. هذا ويمكن ان يكتف اللبن قبل استعماله بنسبة ١:٣ أو بنسبة ١:٥ وهذا يسرع من عملية التجفيف، كذلك فقد تتكون وحدة التجفيف من عدة اسطوانات وقد ادخلت في الوقت الحاضر عدة تحسينات علي هذه الطريقة مما أدى الي رفع

صفات اللبن المجفف الناتج سواء الصفات الطبيعية او الكيماوية، وذلك بأن تتم كل مراحل التجفيف تحت تفريغ وهذا يساعد في استعمال درجات حراره التسخين اقل. بالاضافة الي ماسبق فان هذه الطريقة تتميز بقله التكاليف نسبيا وصغر الحيز اللازم لاجهزتها مع بساطة تركيبها. ويمكن بهذه الطريقة تجفيف من ٣٠٠ - ١٥٠٠ لتر لبن في الساعة وتبلغ مقدار الطاقة الحرارية المستهلكه حوالي ١-٢ كيلو جرام فحم/كيلو جرام لبن جاف.



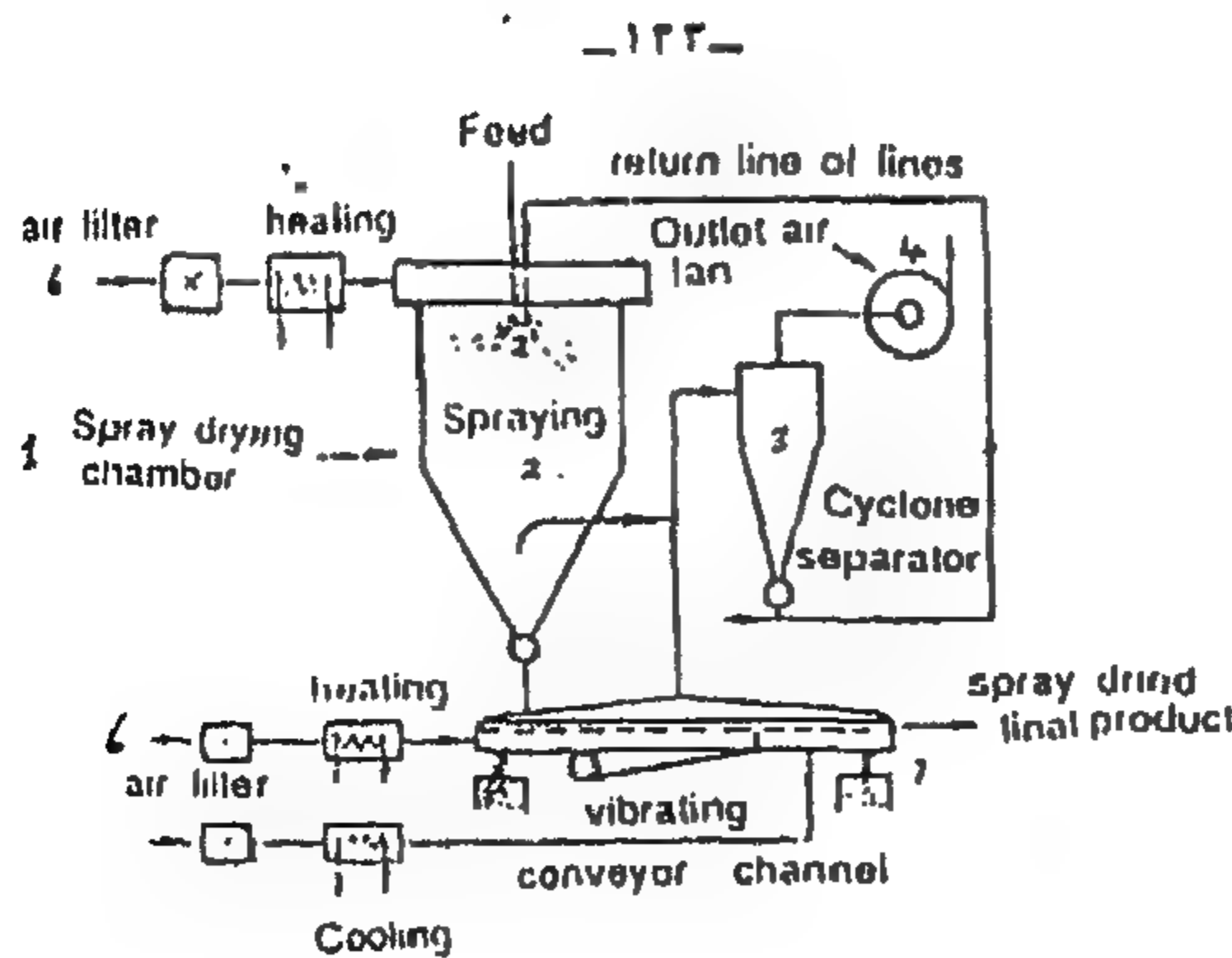
التجفيف بالاسطوانات

ثانياً: طريقة التجفيف بالرذاذ: Spray-Drying System

وأساس هذه الطريقة هو رش اللبن علي صورة رذاذ دقيق جدا بحيث يشبه الضباب وذلك في وجود تيارات من الهواء الساخن (١٥٠°م) وتؤدي عملية الرش هذه علي زيادة الاسطح المعرضة من

اللبن بصورة كبيرة والتي تتعرض لتيارات الهواء الساخن مما يسرع من عملية تبخير الماء وبالتالي عملية التجفيف حيث تسقط جزيئات اللبن الجافة في قاع حجرة التجفيف على صورة حبيبات دقيقة جدا أو شرائح دقيقة من اللبن الجاف ويسحب اللبن المجفف من قاع حجرة التجفيف ويعبأ في عبوات خاصة تختلف في حجمها حسب نوع الاستعمال.

ومن الناحية الانتاجية فان هذه الطريقة تفوق الطريقة السابقة من حيث عدم تعرض اللبن لحدوث تغيرات كبيرة في مكوناته، وحيث ان اللبن في هذه الطريقة يجفف على صورة رذاذ دقيق جدا وعادة مايكون اللبن قد سبق تكثيفه فان عملية التجفيف تستغرق وقتا قصيرا جدا. ولكن يؤخذ على هذه الطريقة انها مرتفعة التكاليف وكمية الوقود المستهلك ضعف الطريقة السابقة. وكذا يلزم لاجهزتها حيزا كبيرا مرتفعا. هذا وتبلغ انتاجية الاجهزة الضخمة منها حوالي ٢٠ ألف لتر لبن في الساعة. ولذا فكمية اللبن الكامل المجفف التي نحصل عليها من تجفيف ١٠٠ لتر لبن (٣,١% دهن) حوالي ١٢-١٢,٥ كيلو جرام به نسبة دهن ٢٦%. وفي حالة اللبن الفرز تكون كمية اللبن المجفف الناتجة ٩,٥-٩,٧ كيلو جرام.



رسم توضيحي لطريقة التجفيف بالرذاذ

- | | |
|--------------------------------------|--|
| ١ - حجرة التجفيف، | ٢ - موزع أو رشاش اللبن ، |
| ٣ - موزع الهواء الساخن ، | ٤ - مروحة ، |
| ٥ - مرشح هوائي ، | ٦ - منقى هوائي ، |
| ٧ - صمامات مائترة لسحب اللبن المجفف، | ٨ - حجرة صغيرة لغسل جزيئات اللبن المحف |

٤- اللبن المجفف سريع الذوبان: Instant Milk Powder

بالرغم من التقدم الكبير في تطوير طرق تجفيف اللبن وخاصة طريقة الرذاذ الا ان اللبن الناتج يظهر قابلية ضعيفة للبلل وبالتالي صعوبة نسبية في الذوبان. وقد اجريت في أمريكا عدة بحوث بغرض الوصول الي طريقة تجعل اللبن المجفف الناتج اسرع ذوبانا سواء في الماء البارد أو الساخن. والاساس في صناعة اللبن المجفف سريع الذوبان هو انه عند خلط اللبن المجفف بطريقة الرذاذ في كمية محدودة من الماء فانه يتحول الي عجينة اذا ماجففت مرة ثانية وطحنت امكن الحصول علي جزيئات لبن مجفف لا تكون أي تجمعات مع الماء عند امتصاص كمية كبيرة من الماء.

وقد ثبت فيما بعد ان صعوبة ذوبان اللبن المجفف العادي لا ترجع اساسا الي اللاكتوز بل الي تحول البروتينات الي ببتيدات والي دنتره البروتينات الذائبة وكذلك الي حجم الهواء الداخل في جزيئات اللبن حيث للهواء تأثير مضاد لعملية الخلط بالماء وذلك لانخفاض كثافته عن الماء.

لذلك فقد اجريت محاولات اخري لرفع الذوبان للبن المجفف منها معاملة اللبن المكثف قبل تجفيفه بأنواع خاصة من البكتريا المحللة للبروتين او بتجفيف اللبن الكامل علي صورة طبقات رقيقة تحت تفريغ ويتبع ذلك تبليل الاغشية المتكونه الا انه امكن للعلماء في أمريكا ١٩٥٧ ايجاد طريقة محددة لصناعة اللبن الكامل سريع الذوبان سميت بالطريقة الغشائية وتتلخص في الآتي:

١- يسخن اللبن الي درجة ٦٣ °م ثم يجنس علي الدرجة باستعمال ضغط ١٧٥ كجم/سم^٢، ويتبع ذلك بسترة اللبن علي درجة ٧٢ °م لمدة ١٦ ثانية.

٢- يكتف اللبـن حتـى تركـيز ٤٧-٥٠% مواد صلبة كلية علي درجة ٥٧ °م في جهاز تكثيف تحت تفريغ.

٣- قبل تبريد اللبن المكثف بسرعة الي درجة ١٣ °م يدفع في المجنس حيث يتم تجنيسه مرة اخري علي مرحلتين علي درجة ٧٥ م باستعمال ضغط ٢٨٠ كجم/سم^٢ للمرحلة الاولى، ٣٥ كجم/سم^٢ في المرحلة الثانية.

٤- بعد تبريد اللبن يشبع بغاز الآزوت حيث تستغل قابلية الغاز للتمدد في تكوين الاغشية المطلوبة والتي يتم تجفيفها تحت تفريغ شديد ثم يحلحـن اللبن المجفف الناتج ويعبأ في جو من الآزوت.

اللبن المجهز بهذه الطريقة له قابلية شديدة للذوبان حتي في الماء المثلج ويحتفظ بكل صفاته الطبيعية والكيمائية لحد كبير. وقد تحدث تغيرات طفيفة في بروتينات السيرم وحبيبات الدهن. هذا وتتميز الجزيئات اللبـنية الناتجة بصغر حجمها.

العيوب التي قد تظهر في اللبن المجفف:

١- الطعم الغير مستساغ:

للبن المجفف الطازج طعم مستساغ لكافة المستهلكين الا انه قد يظهر به طعم متعفن ينتج عن تغيرات كيمائية وطبيعية في البروتينات. ولتجنب ذلك يجب ان يكون اللبن الخام جيد الصفات ولا تتعدي رطوبة الناتج النهائي ٣% وان يعبأ في عبوات محكمة ويخزن علي درجات اقل من ١٥,٥ °م.

٢- الطعم المترنخ:

ويرجع ذلك لتحليل الدهن بفعل انزيم الليباز وللتغلب علي ذلك يجب استعمال حرارة تسخين ابتدائي كافية للقضاء علي انزيم الليباز مع تجنب حدوث تلوث اثناء الصناعة.

٣- الطعم السمكي:

وسببه تحلل الليسثين وأكسدة الكولين أو نتيجة لأكسدة الأحماض الدهنية الغير مشبعة ويسرع من التفاعل وجود نسبة من الرطوبة وآثار من معدن النحاس أو زيادة الحموضة.

٤- الطعم الشحمي:

وعادة يظهر في اللبن المجفف الكامل نتيجة لحدوث أكسدة ذاتية للدهن Audoxidation أثناء التخزين وبالذات لحامض الأوليك. ويتغلب علي ذلك العيب باستعمال لبن خام جيد النوعية وكذلك بالتسخين الابتدائي اللحظي علي درجات الحرارة المرتفعة. كذلك يفيد تكثيف اللبن قبل تجفيفه مع سرعة إزالته من حجرات التجفيف وتعبئته في جو من الآزوت مع تجنب ارتفاع الرطوبة وحرارة التخزين في عدم ظهور هذا العيب.

٥- صعوبة الذوبان:

وهو من اهم العيوب ويؤثر في ظهوره طريقة التجفيف وصفات اللبن الخام المستعمل والمعاملات الحرارية قبل وإثناء التجفيف ونسبة الرطوبة، عمر اللبن ودرجة حرارة التخزين.

٦- اللون البني:

يؤدي تعرض اللبن لدرجات حرارة عالية ووقت طويل الي ظهور اللون البني وهو أكثر ظهورا في اللبن المجفف بطريقة الاسطوانات عنه في طريقة الرذاذ.

استعمالات اللبن المجفف:

قد يستعمل اللبن المجفف كبديل للبن الطازج وخاصة في تغذية الاطفال حيث يتميز بأنه خالي من الميكروبات وله صفات نوعية عالية. وقد انتشر استعماله في الشرب خاصة في البلاد الغير متقدمة

نتيجة لقلّة انتاج اللبن بها او لبعده مراكز الانتاج عن مناطق الاستهلاك
ويستعمل بكثرة كذلك في المستشفيات والمدارس بالاضافة الي ماسبق
فانه يستخدم في صناعة الحلويات والشيكولاته والمتلوجات اللبنيّة
والجبين والزبادي والخبز وعديد من الاغراض المنزلية.

الباب العاشر

المثلوجات اللبنية

تعرف المثلوجات اللبنية بأنها مخاليط غذائية مبردة الي درجة حراره تقرب من درجه حراره التجميد وتحضر من مركبات اللبن المختلفه مثل اللبن الحليب والقشدة والالبان المجففة والمكثفة بعد خلطها بمواد اخري ضرورية مثل مواد التحلية والطعم والرائحة والمواد المثبتة للقوام. وتسمى المثلوجات اللبنية بأسماء مختلفة تبعا للغة البلاد منها الايس كريم (انجلترا)، جلاس (فرنسا)، دندورمة (تركيا)، جيلاتي (ايطاليا). ومما لاشك فيه ان المثلوجات اللبنية مرطبة ومنعشة ومغذية وسهلة الهضم في نفس الوقت ويزداد الاقبال عليها يوما بعد يوم لمذاقها اللذيذ.

وتعتبر صناعه المثلوجات اللبنية من الصناعات التي ازدهرت بعد التقدم الكبير في وسائل التبريد الميكانيكي وتصميم الآلات المختلفه مثل آلات الخلط والتجنيس والتجميد والتعبئة والتصليب علاوة علي التقدم الملموس في عمليات توزيع ونقل وتسويق المنتجات المجمده .

تقسيم المثلوجات اللبنية:

ويختلف تقسيم المثلوجات اللبنية باختلاف المنطقة المنتج فيها لملائمة الظروف الاقتصادية ومستوي المعيشة وامكانيات المصانع في المنطقة – ولذلك لا يوجد تقسيم ثابت ولكن يميل صناع المثلوجات اللبنية الي تقسيم هذه المثلوجات علي حسب المركبات الغذائية الغير لبنية الداخلة في تركيب المخلوط بغض النظر عن النسب المثوية للمركبات اللبنية .

وفيما يلي بعض من الاسماء المتداولة والتي تعتبر اكثر انتشارا:

١- المثلوج الساده: Plane Ice Cream

وهو المثلوج اللبني الذي لا يحتوي علي أي مركبات غذائية غير لبنية عدا المواد المثبته ومواد التحليه أي المركبات الضرورية في صناعة أي من المثلوجات ويحتوي علي ٨ - ١٦% دهن لبن، ٩- ١٢% جوامد لبنية لا دهنية، ١٢-١٧% سكر، صفر - ٥% مواد مثبته للقوام بالاضافه الي الفانيليا كماده مكسبه للطعم والرائحه .

٢- مثلوج لبني يحتوي علي المكسرات: Nut Ice Cream

اساسه المخلوط الساده السابق مع دخول المكسرات في تركيبه بحيث لا تقل نسبتها عن ١% .

٣- مثلوج لبني بالفاكهه: Fruite ice cream

مثلوج لبني ساده يدخل في تركيبه أي نوع من مستخلصات نكهات الفواكه الطازجه او المجمدة بحيث لا تقل نسبتها عن ٣% .

٤- مثلوج لبني بالبسكويت: Bisquit Ice Cream

وهو مثلوج لبني ساده مع البسكويت او الانواع المختلفه من الفطائر بنسبة لا تقل عن ١% .

٥- مثلوجات ذات نسبة دهن عاليه Mousse

وهي عبارة عن قشده مخفوقه مضاف اليها مواد ملونه ونكهه وسكر ثم تجمد وغالبا ما يستعمل نكهه الفراوله والاناناس .

٦- مثلوجات ذات نسبة عاليه من البيض Custard

تصنع من المخلوط الساده مع نسبة عاليه من البيض وغالبا مايستخدم نكهه الليمون وبعض التوابل مثل القرفة أو القرنفل

٧- مثلوج لبني Ice Milk

يشبه الاليس كريم الا ان نسبة الدهن فيه تكون منخفضه ولا تقل عن ٣% وهو النوع الاكثر انتشارا في مصر .

٨- الشربيت: Sherbet

ويحتوي علي نسبة لا تقل عن ٤% من جوامد اللبن الكلييه ويضاف الي المخلوط عصير الفواكه او الفاكهه نفسها بنسبة لا تقل عن ١٠%.

٩- الجرانيتا: Graneta or Water Ice

يصنع من عصير الفواكه المحلاه بالسكر ومخففه بالماء مع اضافته مواد مكسبه للطعم والرائحه ومواد مثبتة للقوام كما يضاف احد الاحماض العضوية (عاده حمض الستريك) لأكسابها الطعم الحمضي المطلوب ويلاحظ ان هذا النوع لا يدخل في تركيبه اللبن باي صورة.

مكونات المثلوجات اللبنية:

يشمل تركيب المثلوجات اللبنيه بصفه عامه علي:

أ- مركبات لبنية (كمصادر للدهن والجوامد اللبنيه اللادهنية)

ب- مركبات غير لبنيه وتشمل مواد التحليه - مواد مثبتة - مواد استحلاب - مواد مكسبه للطعم والرائحه واللون .

أولاً: المركبات اللبنية:١-دهن اللبن:

يعتبر الدهن من اهم المكونات في صناعه المثلوجات اللبنيه حيث يعطي المثلوج نكهه القشده الغنيه بجانب اكسابه نعومه في التركيب والقوام والمثلوج اللبني الذي يحتوي علي اقل من ١٠% دهن يفتقد الي هذه الصفات اما زيادة الدهن الي ١٦% تدريجيا يجعل المثلوج غني مما يرتاح اليه المستهلك من حيث الطعم والتركيب ولكن من ناحيه اخري لا يمكن التغاضي عن ارتفاع نسبه الدهن في الغذاء حيث ان استهلاك المثلوجات اللبنيه يزداد في الصيف ومعروف ان الدهن يكسب الجسم كميات طاقه عاليه لذلك فعاده ما تتحدد بنسبه (٩-١٦%)

وزيادة نسبة الدهن تؤثر علي الريح الناتج وكذلك علي مقدرة المخلوط علي الخفق ومن أهم المصادر المستخدمة لدهن اللبن:

١- القشدة الطازجة الحلوة (هي افضل المصادر).

٢- القشدة المجمدة.

٣- الزبد غير المملح.

٢- الجوامد اللبنية الغير دهنية:

تكتسب جسم المتلوج القوام المرغوب وتتراوح نسبتها في المخلوط من ٩-١٢% ويجب تجنب زيادتها في المخلوط حتي لا تسبب اختفاء الطعم القشدي وكذلك النكهات المضافه والتي عاده ماتضاف بنسب بسيطه جدا . كما ان ارتفاع نسبة ماده الصلبه اللبنيه اللاذهنيه يرفع من لزوجة المخلوط مما يؤثر علي الريح وعلي قوام الناتج النهائي ومع انخفاض نسبتها يعطي متلوجات خشنه التركيب وضعيفه القوام وفقيرة في الطعم الجيد . عموما عند تكوين المخلوط المراد نتليجه فاننا نوازن بين نسبة الدهن والماده الصلبه اللبنيه اللاذهنيه فاذا ما زفختنا نسبة الدهن لتكون مخلوط غني في الدهن فلا بد من خفض نسبة ماده الصلبه اللبنيه اللاذهنيه قليلا لتفادي زيادة لزوجة وصلابه المخلوط .

ويعتبر اللبن الكامل ومنتجاته هو المصدر الرئيسي للجوامد اللبنيه

اللاذهنيه مثل:

١- الالبان المكثفه (المحلاه او المعقمه).

٢- اللبن المجفف (كامل الدسم او الفرز).

٣- اللبن الخض المجفف.

ثانياً: المركبات الغير لبنية:

١- مواد التحلية:

يعتبر السكر من المكونات الأساسية للمثلوج اللبني وتتراوح نسبته في المثلوج السادة من ١٤-١٦% ومن اهم وظائفه هو اكساب المثلوج طعم حلو طبيعي - كما ان السكر يقوي من تركيب وجسم المخلوط بالاضافه الي قيمته الغذائية حيث يعتبر من اهم مصادر الطاقة الحرارية في الجسم وعموما فان المخلوط يحتوي علي سكر اللبن (اللاكتوز) علاوة علي السكريات الاخرى التي تضاف بغرض التحلية ومن اهمها:

١- السكروز

٢-الدكستروز

٣-محاليل السكريات المحولة

٤-عسل النحل

ولا ينصح باستعمال السكريات الاحادية الا بنسبه في حدود ٢٥% من كميته السكروز المطلوبه لانها تسبب صعوبات في عمليه التجميد والخفق.

٢- المواد المثبتة للقوام:

هي مواد غرويه لها القدرة علي الاتحاد بالماء والغرض من اضافتها هو زياده صلابه وارتفاع قوه تركيب المخلوط المتجمد وزيادة مقاومته للتغيرات الحرارية التي عاده مايتعرض لها اثناء التخزين والتوزيع وتتوقف كميته المثبت التي تضاف الي المخلوط علي قوه هذا المثبت وعلي تكوين المخلوط نفسه . فالمخاليط التي تحتوي علي نسبة منخفضه من المواد الصلبه تحتاج الي كميته اكبر من المثبتات كما انه اذا كان من المتوقع ان يتعرض الناتج لاختلافات كبيره في المعاملات

الحراريه اثناء التوزيع والبيع فلا بد من زياده تسبه المثبتات ولكن من ناحيه اخري يلاحظ تجنب الزيادة منه حيث تسبب ارتفاع في درجه مقاومه جسم المثلوج للاتسياب (النوبيان في الفم) ويقل، الربيع . ويتراوح النسبة المستخدمة من المثبتات بين ٠,٢-٠,٥% حسب قوه المثبت - والمواد المستعمله بكثره اما ان تكون من اصل حيواني مثل الجيلاتين او من اصل نباتي مثل الجينات الصوديوم وصمغ بذور الخروب . البكتين ومشتقات السليلوز .

٣- مواد الاستحلاب:

هي المواد التي تساعد علي ربط الدهن مع الماء أي تكون مستحلب ثابت غير سهل الانفصال مما يؤدي الي تحسين في تركيب المثلوج والتحكم في الريع وتكسب المثلوج صفه الجفاف عند خروجه من المجمد ويرجع ذلك الي انها تتمكن من الانتشار مابين الدهن وبلازما المخلوط فتزيد من قوه الاستحلاب والارتباط مابين الوسط الدهني ووسط الانتشار المائي مما يزيد من قوه المخلوط علي تكوين الرغوه الثابته . ومن المواد المستخدمه لهذا الغرض صفار البيض لاحتوائه علي الليسيثين والجلسريدات الاحاديه او الثنائيه الاخري .

٤- المواد المكسبه للطعم والرائحه:

وهي مواد لها تأثير علي طعم ومظهر المثلوج الناتج وهي اما مواد طبيعيه او صناعيه واشهرها استعمالا:

١-الفانيليا

٢-خلاصه الفاكهه المختلفه الطبيعيه

٣-مركبات كيماويه تعطي طعم الفاكهه (الاسنس)

٤-الشيكولاته المحلاه او الكاكاو

٥- الملونات:

تضاف لتحسين لون ومظهر المثلوج لتعطيها اللون الطبيعي وتشعر المستهلك ان يتناول صنفا جيدا ومعظم هذه الملونات مركبات صناعية في صورة مسحوق سهل الذوبان .

خطوات صناعة المثلوجات اللبنيه:١- خلط المكونات:

بعد حساب المكونات الداخلة في تركيب المخلوط ذو المواصفات المحدده من حيث التركيب يوضع المكونات السائلة منها في حوض البستره او اناء التسخين وترفع درجه حرارتها الي 30°C لسهولة الخلط وعند اضافته المكونات الاخرى يراعى ماياتي:

- ١- اضافته القشده الي اللبن مباشره
 - ٢- الزبد تضاف كقطع صغيره الي المكونات الساخنه
 - ٣- المواد الجافه الاخرى تضاف تدريجيا مع التقليب
 - ٤- الجيلاتين يخلط مع السكر اذا كان مسحوقا او يذاب في $6-8\%$ لمثال من الماء البارد ثم ترفع درجه حرارته الي 60°C لتكمله اذابته ثم يضاف للمخلوط الساخن قبل البستره .
 - ٥- لاضافه الشيكولاته تحضر بخلط ٢ جزء سكر + ١ جزء شيكولاته غير محلاه او كاكاو والتسخين في حمام مائي مع التقليب حتي يصبر القوام غليظ ثم يضاف لمخلوط الشيكولاته لمخلوط المثلوجات بنسبه $5-2\%$ قبل وصول الاخير لدرجه البستره .
- هذا ويجب ملاحظه استعمال مكونات طازجه في مخلوط المثلوجات اللبنيه خاصه اللبنيه منها والا سوف يستدعي الامر معادله حموضه المخلوط باستخدام بيكربونات الصوديوم .

٢- بسترة المخلوط:

يحتّم اجراء عمليه البسترة قانونا لسلامه وصحه المستهلك علاوه علي انها تعتبر خطوه مبدئيه لتجنيس المخلوط بالاضافه الي القضاء علي انزيم الليباز الموجود في اللبن والذي يسبب تزنخ المخلوط المجنس اذا لم يقضي عليه . وعاده يتم بستره المخلوط علي درجه حراره 160°F (71°C) لمدّه نصف ساعه هذا ويتم عمليه البسترة في الغالب في نفس اجهزه تحضير ومزج مكونات المخلوط .

٣- تجنيس المخلوط:

يساعد التجنيس علي زياده قابليه المخلوط للخفق نتيجه لتفتيت حبيبات الدهن وزياده ارتباطه مع كازين اللبن ويكسب المثلوج قوام ناعم متميز كما يؤدي الي تقليل الوقت اللازم للتعتيق . وعاده ما يتم تجنيس المخلوط علي ضغط قدره ٢٥٠٠ رطل/بوصه^٢ .

٤- التبريد:

يبرد المخلوط بعد التجنيس مباشره الي نحو 50°F او اقل باستعمال المبرّدات السطحيه والتبريد السريع مهم جدا لمنع نشاط البكتريا .

٥- التعتيق:

يتم تعتيق المخاليط المراد نتيجها بتخزينها علي درجه حراره منخفضه تتراوح بين $2 - 50^{\circ}\text{F}$ مع استمرار تقليبها وينتج عن عمليه التعتيق ارتفاع في لزوجه المخلوط نتيجه لعمل المثبتات وارتباطها بماء المخلوط وزياده هيدرته المواد البروتينيه وتجميع الجزيئات الدهنيه التي بداخلها . وتستمر عمليه التعتيق من ٤-٢٤ ساعه . ويساعد التعتيق علي تقليل مده التجميد وزياده الريع ومنع تكوين بلورات ثلجيه كبيره عند التجميد .

٦- إضافة المواد المكسبة للطعم والرائحة والملونات:

وهذه تضاف في احدي المراحل الآتية:

- ١- قبل عملية التجميد مثل إضافة الفانيليا وعصير الفواكه غير الحمضية والملونات والشيكلاته .
- ٢- قبل اكتمال تجميد المخلوط مثل الفواكه الجافة وثمار الفاكهة الصغيرة والمكسرات .
- ٣- بعد تمام التجميد مثل الفواكه الحمضية وعصيرها وكذلك الفواكه المسكرة .

٧- التجميد الاولي والخفق:

وفيها يتحول المخلوط الي الحالة النصف صلبه بالتبريد مع التقليب ويؤدي التقليب الي ادماج كميه من الهواء في المخلوط وعملية الخفق تزيد من حجم الناتج حتي تصل الي نحو ضعف الحجم الاصلي وتعرف هذه الزيادة بالريع . ودرجه حراره التجميد في المخاليط العاديه تتراوح ما بين $(-10^{\circ}\text{C}$ ، -4°C) وتتوقف درجه التجميد علي تركيب المخلوط خصوصا السكر حيث تقل الدرجه مع زيادته وتقرب من الصفر المئوي مع انخفاض نسبه السكر .

ويجب الموازنه بين درجه حراره التجميد ومدته وتحت الظروف المثلي يتم التجميد في $8-12$ دقيقه علي درجه حراره -10°C ويصل الريع في هذه الحالة الي 100% ومن حيث آلات التجميد فمنها الاجهزه التي تعمل علي دفعات وذلك في المصانع الصغيره اما في المصانع الكبيره فيستخدم المجمدات المستمره وتتركب معظم الآلات من اسطوانات معدنيه توضع فيها المخاليط ويحيطها وسيله التبريد ويحتوي معظمها علي مقلبات داخليه لادماج الهواء وكاشطات او

سكاكين لتوزيع المواد الصلبة وانتظيم التبريد فلا تتجمد الاجزاء الخارجية من المخلوط قبل الاجزاء الداخلية .

وتتمتاز الاجهزة التي تعمل بطريقة مستمرة علي اجهز الدفعات لسرعة وكثرة الانتاج وسهولة التصنيع وسهولة سحب او خروج المثوجات من الجهاز واحكام التبريد وارتفاع جوده الناتج .

فبعد تعتيق المخلوط يتجه الي حوض ملحق بجهاز التجميد وهذا الحوض مزود بعوامه تتحكم في كميته المخلوط الذي يتجه الي جهاز التجميد ثم يسير المخلوط الي جهاز التجميد بسرعة منتظمة مستمرة من خلال مواسير بمساعدته مضخة خاصة تحت ضغط معين يدفع المخلوط ليتقدم في المواسير الي جهاز التجميد وكذلك تيار من الهواء حيث تدفعه مضخة اخري تحت ضغط معين الي جهاز التجميد . وهناك يتعرض المخلوط للتقليب والتجميد تحت تأثير التبريد الميكانيكي ثم تخرج المثوجات اللبنيه من اسطوانة التجميد وهي نصف منحنية . في مواسير خاصة الي جهاز التعبئة .

٨- تعبئة المثوجات اللبنيه:

تعبأ المثوجات اللبنيه عقب التجميد الاولى في عبوات تختلف اشكالها واحجامها ونوعيتها تبعاً لكفاءة المصنع وقدرته الانتاجيه وهي عموماً اما ان تكون:

- أ- عبوات كرتون وتشمل الاكواب والعلب ومنها الاسطوانية ومتوازي المستطيلات وغيرها وتتمتاز بقله تكاليفها وخفة وزنها .
- ب- عبوات معدنيه وتستعمل في توزيع المثوجات اللبنيه بكميات كبيره لمحلات التجزئه ويجب ان تكون خاليه من الصدأ ومعقمه تماماً .

ج- عبوات بلاستيك حيث شاع استعمالها اخيرا ولها مظهر جذاب وتتحمل النقل وسهله الاستعمال وتتصف بكل المميزات التي تجعلها في مقدمه العبوات علاوة علي اختلاف اشكالها واحجامها .

٩- التصليب والتجميد النهائي:

من المعروف ان استهلاك الايس كريم مباشره بعد عمليه التجميد مرغوب ولكن من الصعب تسويقه علي هذه الصورة حيث ان خواصه الطبيعيه لا تلائم عمليات التسويق . لذلك كان من الضروري تصليب الايس كريم بعد خروجه من المجمد وتعبئته بالتخزين علي درجات حراره اقل بكثير من درجه حراره التجميد تصل الي -٢٠، -٢٥ م° لمدته لا تقل عن ١٢ ساعه وذلك حتي يتم توزيعه . ويجب عدم ارتفاع درجه الحراره وانخفاضها اثناء التجميد النهائي لان ذلك يساعد علي زياده حجم البلورات الثلجيه وهو امر غير مرغوب فيه في حين ان التبريد السريع يعطي بلورات ثلجيه صغيره الحجم - وبالتالي يكون تركيب المتلوج الناتج اكثر نعومه .

١٠- توزيع المتلوجات اللبنيه:

يجب توصيل المتلوجات اللبنيه الي المستهلك في صورته جيده ويراعي ان يتم النقل والتوزيع تحت ظروف تجميد في عربات معزوله ومبرده .

صفات المتلوجات الجيده:

- ١- طعمها شهي حلو له نسامه مقبوله واضحه بالنسبه للماده المكسبه للطعم المضاف .
- ٢- لونها متجانس غير مبقع ومتوافق مع الطعم (فمثلا لا يجوز ان يكون اللون احمر ولها طعم ورائحه المانجو مثلا) .

- ٣- قوامها متماسك وسط بين الخفيف والثقيل بها لزوجه خفيفه .
- ٤- سريعه الذوبان في الفم خاليه من البللورات الثلجيه او الرمليه .
- ٥- جوده التعبئه وجاذبيه العرض .

العيوب التي قد تظهر في المثلوجات:

أولاً: عيوب الطعم:

- ١- طعم متزنخ وينتج من استعمال لبن ماشيه في نهايه موسم الحليب او مصابه بالتهاب الضرع او نتيجه فعل بكثيري .
- ٢- طعم ملحي وينتج من استعمال لبن نهايه موسم الحليب او استعمال مواد معادله للحموضة .
- ٣- طعم متأكسد وينتج من تلوث اللبن او القشده بآثار النحاس او الحديد من الاواني المستعمله .
- ٤- طعم حمضي نتيجه فعل بكثيري اذا ماخزن المخلوط اثناء التعتيق علي درجه حراره عاليه او استعمال مواد حامضيه .

ثانياً: عيوب التركيب او الملمس:

- ١- تركيب خشن: وينتج من وجود خلايا هوائيه كبيره ووجود بللورات ثلجيه كبيره نتيجه قله الجوامد اللبنيه وانخفاض نسبه المثبت .
- ٢- التركيب الهش: وينتج من وجود كميه كبيره من الهواء في المخلوط وانخفاض نسبه الجوامد الصلبه اللبنيه .
- ٣- التركيب الشحمي: وينتج من وجود كتل دهنيه في الناتج نتيجه عدم اجراء عمليه التجنيس .
- ٤- التركيب الرملي: وينتج من وجود بللورات سكر اللاكتوز كبيره الحجم وتعرض المثلوج لارتفاع وانخفاض درجه الحراره مع تكرار ذلك .

٥- التركيب الثلجي: وفيه تتكون بللورات ثلجية نتيجة انخفاض نسبة المواد الصلبة في المخلوط أو ارتفاع درجة حراره المثلج عقيب سحبها من جهاز التجميد ثم انخفاض درجه الحراره في عمليه التصليب أو تكرار ارتفاع وانخفاض درجه الحراره في غرف التصليب ومايتبعها من سيوله وتجمد الناتج علي التوالي .

ثالثا: عيوب القوام:

- ١- القوام المفكك: وينتج من ارتفاع نسبة الريع ووجود فقائيع هوائيه كبيره، قله المواد المثبتة للقوام ونقص الجوامد الصلبة .
- ٢- القوام المتخثر: وينتج من تجبن بروتينات اللبن في المخلوط نتيجة زيادة الحموضه واختلال الميزان الملحي أو استعمال ضغط تجنيس عالي .
- ٣- القوام الثقيل: وينتج من نقص في الريع أو زيادة جوامد اللبن .

التحكيم في المثلوجات اللبنيه:

- للحكم علي جوده عينه من المثلوجات اللبنيه تتبع الخطوات التاليه:
- ١- يختبر مظهر العبوات من الخارج وشكلها ومدى نظافتها .
 - ٢- يفحص قوام وتركيب المثلوج ومدى تجانسها وجوده حفظها
 - ٣- يختبر اللون ودرجه التوزيع .
 - ٤- يذاق طعم المثلوجات اللبنيه للحكم علي درجه الطعم والرائحه ويتم التحكيم باستخدام درجات التحكيم التاليه:

الطعم والرائحه	٤٠ درجه
القوام والتركيب	٣٠ درجه
اللون والتعبئه	٥ درجات
السيوله	٥ درجات
الجوده الميكروبيه	١٥ درجه
الدرجة الكليه =	٩٥ درجه

الباب الحادي العاشر

النواتج اللبنيه الثانويه

عند تحويل اللبن الي منتجاته اللبنيه المختلفه يتخلف عن هذه الصناعه منتجات ثانويه ذات اهمية غذائيه واقتصاديّه عاليه . فعند فرز اللبن للحصول علي القشده ينتج اللبن الفرز وعند صناعه الزبد من القشده ينتج لبن الخض كناتج ثانوي وفي صناعه الجبن تتخلف كميات كبيره من الشرش . وكذلك عند صناعه السمن من الزبد او القشده يتخلف مايسمي بالمورته . ولكل من هذه النواتج الثانويه بعض الاستعمالات التي لا يزال جزء كبير منها يفقد في الصناعه دون الاستفادة منه .

لذلك اتجه التفكير في استعمال هذه المنتجات اما عن طريق تصنيع منتجات لبنيه خاصه او عن طريق استخلاص بعض مركباتها الكيماويه التي توجد فيها بنسبه عاليه كما هو الحال في انتاج اللاكتوز من الشرش في صورته نقيه واستعماله سواء في نواحي كيماويه او في تغذيه الحيوانات .

ولما لهذه المنتجات الثانويه من اهميه فاننا سنتناول فيما يلي التركيب الكيماوي لكل ناتج واهميته ومدى الاستفادة منه:

١ - اللبن الفرز:

وهو عبارة عن لبن عادي منزوع الدهن اما باستعمال الفرازات او عن طريق ترقيد اللبن في اواني فخاريه خاصه وفي هذه الحاله تكشط القشده ويبقى مايسمي باللبن الرايب .

وفيما يلي التركيب الكيماوي للبن الفرز في كلا الحالتين كنسبه

مئويه:

طرق الفصل	ماء	بروتين	دهون	لاكتوز	مواد معدنية
فرز الفصل	٩٠,٣٥	٣,٧٢	٠,١٥	٤,٩٨	٠,٨
الفصل بالترقيد	٩٠,٧٥	٣,٥٨	٠,٧٥	٤,٦٦	٠,٧٦

ويعتبر اللبن الفرز ذو قيمة اقتصادية وغذائية عالية وهذا ظاهر من

تركيبه الكيماوي واهم طرق الاستفادة منه هي

- أ- صناعه بعض أنواع الجبن مثل القريش أو الكوخ .
 - ب- يستعمل في تغذيته حيوانات المزرعه وتعويض ماينقصها من بروتينات عالية في قيمتها الغذائية .
 - ج - تجفيفه وتركيزه .
 - د - يدخل في صناعه بعض المنتجات اللبنيه الخاصه مثل لبن الشيكولاته او في صناعه الخبز والحلويات والملتوجات اللبنيه
 - هـ - صناعه بعض الالبان المتخمرة منه بعد بسترتة .
 - و - صناعه الكازين الذي يدخل في صناعات كثيرة مثل صناعة البلاستيك والصموغ والالوان وبعض المستلزمات الطبيه والمواد العازله للرطوبة والكهرباء والحرارة والصوف الزجاجي .
- وبالتالي نجد ان اللبن الفرز قيمه غذائيه تماثل اللبن الكامل فيما عدا خلوه من الدهن . وقيمته الاقتصاديه التي لا يمكن اغفالها .

٢- اللبن الخض:

وهو عبارة عن الناتج الثانوي في صناعه الزبد ويتوقف تركيبه علي نوع القشدة الداخلة في الصناعات وعلي خواصها الكيماويه فاذا كان اللبن الخض ناتج عن خض قشدة مخمرة فانه من المتوقع ان

يحتوي علي نسبة عاليه من الحموضه وتنخفض فيه نسبة سكر اللاكتوز كما ان اللبن الخض الناتج من خض القشدة الطازجة يحتوي علي نسبة عاليه من الدهن واللاكتوز .

وفيما يلي التركيب الكيماوي لكل من اللبن الخض الناتج من قشدة مخمره او غير مخمره كنسبة مئوية .

لبن خض	ماء	بروتين	دهن	لاكتوز	مواد معدنية	حامض لاكتيك
ناتج من قشدة متخمرة	٩١,٦	٣,٣	٠,٥	٣,٤	٠,٦٥	٠,٥
ناتج من قشدة غير متخمرة	٩٠,٨٠	٣,٥	٣٥.	٤,٤	٠,٧٣	٠,٠٢

من هذا التركيب يظهر ان اللبن الخض قيمه غذائيه عاليه ومن اهم استعمالاته هي :

- أ - تجفيفه واستعماله في تغذية الانسان او الحيوان .
- ب - بسترته وشربه بعد اضافته الباديء ويسمي اللبن الخض المتخمر .
- ج - يدخل في صناعه الخبز والشيكولاته .
- د - يستعمل في صناعة بعض انواع الجبن .

علاوة علي ان اللبن الخض سهل الهضم وبالتالي فهو مفيد في
تغذية الاطفال والفئات الحساسة .

٣- الشرش:

يعتبر الناتج الثانوي في صناعة الجبن ويختلف تركيبه الكيماوي
تبعاً لنوع الجبن وطريقه صناعته حيث انه يحتوي علي كمية كبيرة
من اللاكتوز والفيتامينات والاملاح المعدنية الذائبة بالاضافة الي
الاليومين والجلوبيولين ذات القيمة الغذائية العاليه والمتميزه بسهولة
هضمها علاوة علي احتوائه علي نسبة مرتفعة من الفيتامينات الذائبة
واهمها مجموعة فيتامين (ب)، فيتامين (ج) .

وفيما يلي متوسط التركيب الكيماوي للشرش كنسبة مئوية:

ماء	بروتين	دهن	لاكتوز	مواد معدنية	حامض لاكتيك
٩٣,٤٣	٠,٩٥	٠,٣٦	٤,٨١	٠,٦٥	٠,٢٣

واهم استعمالات الشرش هي:

- أ- يستخدم في صناعه بعض انواع الجبن الخاصه كجبن الشرش وهي
مايسمي بالجبن الريكوتا .
- ب - في صناعه اللاكتوز .
- ج - تركيزه وتجفيفه واستعماله كمصدر للبروتين في تغذية الحيوانات
وفي علائق الدواجن.
- د- في صناعه بعض انواع المشروبات والجيلي وايضا في صناعة
الكحول وحمض اللاكتيك والريبوفلافين وبعض الاحماض العضويه .

٤- المورته:

تنتج المورته من تحول الزبد او القشدة الي سمن ويدخل في تركيبها نسبة عالية من البروتينات المترسبه مع املاح اللبن وملح الطعام ونسبه عاليه من الدهون .

وتعتبر المورته ذات قيمه غذائيه عاليه لما تحتويه من نسبة مرتفعه من الدهون ونسبه عاليه من الفوسفات والبروتينات السهله الهضم وفيما يلي متوسط التركيب الكيماوي للمورته كنسبه مئويه:

مواد صلبه لا كليه	دهن	رماد	مواد صلبه لا دهنيه
٨٩,٩٢	٦٦,٦	١٠,٣٢	١٣

يعطي الكيلو الواحد منها حوالي ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ سعر حراري وتستعمل كماده غذائيه او تستعمل بعض الاحيان في تصنيع المش .

٥- الالبان المتخمرة التقليديه:

يمكن الاستفادة من الكثير من النواتج اللبنيه الثانويه في صناعه بعض اصناف الالبان المتخمرة التقليديه مثل اللبن الرائب، اللبن الخض المتخمر، لبن الزير، الكشك .

القيمه الغذائيه للبن ومنتجاته:- القيمه الغذائيه للبن:

يعتبر اللبن من اهم المواد الغذائيه الواسعه الانتشار في الدول المتقدمه، وتتوقف احتياجات الفرد من اللبن علي عوامل متعدده منها العمر، نوع العمل، الظروف الجويه، وعاده ما تتراوح ما بين ٥٠٠ : ٧٠٠ مل في اليوم ويدخل في ذلك الالبان المتخمرة مثل الزبادي - الكفير - الكوميس - وبالرغم من الاعتقاد السائد بأن اللبن مشروب ولكن في الحقيقه يعتبر غذاء كامل يحتوي علي مكونات صلبه أعلا

مما قد تحتويه كثير من الاغذية الاخرى كالخضروات ولا عجب في ان الله جعل اللبن اول غذاء يستمد منه الرضيع كل احتياجاته الغذائية في بدء حياته وفي اقصى مراحل نموه . ولذلك فقد اطلق علي اللبن الغذاء الكامل وهناك عديد من الاسباب تضع اللبن في مقدمه الاغذية ومنها مايلي:

١- الطعم المستساغ Palatable taste: ولبن طعم مستساغ لذي غالبية الناس وخاصة الاطفال . ويعتبر استهلاك اللبن في البلاد الاوروبية عادة تلقن للطفل منذ الصغر فاذا ماكبر كان شرب اللبن من اهم العادات التي يحرص عليها كل صباح وقد يضاف الي اللبن الكاكاو والسكر وماده مثبته وهو مايعرف بلبن الشيكولاته لجذب الاطفال الي استهلاكه وخاصة هؤلاء الذين لم يتعودوا علي شرب اللبن في صغرهم .

٢- القابلية للهضم Digestibility: وتقدر القابلية للهضم علي اساس النسبة المئوية من الماده المأكوله والتي يستفيد منها الجسم . ويعتبر اللبن من اكثر المواد الغذائية هضما . وعادة مايعتبر ان ٩٨% من البروتين، ٩٩% من الدهن واللاكتوز تهضم في جسم الانسان .

٢- رخص الثمن: يعتبر اللبن من أرخص الاغذية عاليه القيمة في البلاد المتقدمه، ويحتوي اللبن علي بروتينات عاليه القيمة الغذائية والحيويه مقارنة باللحوم والبيض .

٣- لا يحتاج الي تجهيز ولا يحتوي علي فضلات: يمكن ان يستهلك اللبن المبستر مباشره ولا يحتاج لاي عمليه طهي كما هو الحال في معظم الاغذية التي تحتاج لطهوها قبل تقديمها للطعام، كذلك فالاستفادة منه كامله حيث لا يحتوي ولا يتخلف من استهلاكه ايه فضلات كما في الاغذية الاخرى كالقشر في الفواكه والخضر او العظام و الجلود في اللحوم بينما تشرب زجاجة اللبن الي آخر قطره .

٥ - يحتوي علي مركبات عاليه القيمه الغذائيه:

أ - اللاكتوز: وهو المصدر الكربوهيدراتي للبن ولللاكتوز نفس قيمه الطاقه الحراريه الناتجه من أي ماده كربوهيدراتيه اخري متساويه في الوزن . هذا ولا تقوم معدة الانسان بهضم اللاكتوز كما هو الحال بالنسبه للسكرورز فاللاكتوز تأثيره اقل في علي الاغشيه المبطنه لجدار المعده واحتواء اللاكتوز علي جزيء من الجالاكتوز ربما كان السبب في اعطائه قيمه غذائيه عاليه حيث يعتقد بانه مصدر تخليق جالاكتوسيدات المخ والانسجه العصبيه . وقد ظهر ان اللاكتوز اهميه في توطين بكتريا حامض اللاكتيك العصويه المرغوبه *Lactobacillus acidophilus* في امعاء الانسان حيث ظهر ان اللاكتوز والدكسترين فقط لهما المقدره علي المرور لمسافه طويله خلال الامعاء بدون تغير ولذلك يمكن لبكتريا *Lactobacillus acidophilus* الاعتماد عليها في تغذيتها . وهذه السلاله هي المستخدمه في تحضير اللبن المتخمر المعروف باسم الكفير الذي يعمل علي ثبات جدر الاوعيه الدمويه وترفع من قابليه الدم للتجلط . اما فيتامين B12 مع حامض الفوليك يساعد علي تكوين الدم وتجنبه الاصابه بالتالي بمرض فقر الدم . وتتوقف الاحتياجات اليوميه للانسان من الفيتامينات علي العمر ونوع التغذيه والجنس والمناخ وعوامل اخري .

ب - المواد المعدنيه: توجد المواد المعدنيه في اللبن علي صورته سهله الهضم . كما يعتبر اللبن مصدر جيد للكالسيوم والفوسفور فهما يدخلان في تركيب العظام والاسنان ويساعدان علي نموها والمحافظة عليهما في حاله جيده .

استعمالات اللبن الغذائية:

اللبن مادة غذائية متعددة الاستعمالات فقد يستعمل كمشروب أو قد يصنع الي مشروبات اخري كلبن الشيكولاته او الالبان المتخمرة او يستعمل في تحضير الحلويات والفطائر . كما قد يخلط ببعض انواع الحبوب لتحضير مايسمى Breakfast cereals مثل البليله او النشا باللبن في مصر او الكاشا في روسيا كما يدخل في طهو عديد من اصناف الطعام والسلطات .

استعمال اللبن في تغذية الرضع:

يعتبر لبن الام غذاء لرضيعها خاصة خلال الاشهر الاولى بعد الولادة . وتكون الصفات الكيماوية والطبيعية للبن الام اكثر ملائمة في تغذية الرضع في هذه الفترة فيتناول الرضيع لبن امه علي درجه حراره مناسبه وفي حاله معقمه خاصه اذا اعتنت الام بالنظافه قبل وبعد كل رضعه .

وفي الوقت الحاضر معظم الامهات من العاملات ولذلك لا يمكنهن رعايه رضيعهن طوال اليوم وتغذيته علي لبنهن لذلك لابد من الاعتماد علي مصدر آخر للبن لاستعماله في تغذية الطفل الرضيع .

وعاده يستعمل اللبن البقري كبديل للبن الام علي ان يجري تعديل في تركيبه بحيث يصبح اقرب مايمكن الي تركيب لبن الام .

- والجدول التالي يوضح التركيب اللبن البقري ولبن الأم:

التركيب الكيماوي للبن البقري ولبن الانسان (%):

نوع اللبن	دهن	بروتين	لاكتوز	رماد	مواد فضليه كلية
البقري	٤	٣,٥٠	٤,٩٠	٠,٧٠	١٣,١٠
الأم	٣,٧٠	١,٦٣	٦,٩٨	٠,٢١	١٢,٧٥

ويتضح من الجدول السابق ان الاختلاف الجوهرى في نسبة اللاكتوز والبروتين والرماد، فترتفع نسبة اللاكتوز وتنخفض نسبة البروتينات في لبن الام عنها في لبن الابقار . ولتعديل مكونات اللبن البقري عادة ما يضاف الماء لخفض نسبة البروتينات ويضاف السكر لرفع نسبة الكربوهيدرات، وعادة ما يكون السكر المضاف لاكتوز او سكروز . واستعمال اللبن البقري الناتج من قطع ابقار افضل من استعمال لبن من بقره واحده باستمرار وذلك لانتظام محتويات لبن القطيع يوم بعد يوم ويشترط ان يحضر اللبن المعدل تحت ظروف صحيه عاليه . ويجب ان يغلي بعد تعديله لمدة لا تقل عن ٣ دقائق حيث يؤدي غلي اللبن الي الحصول علي خثرة طريه ثلاثم معده الرضيع كذلك تستعمل الالبان المكثفه غير المحلاه والمعقمه Evaporated milk بنجاح بدلا من اللبن السائل علي ان يجري عليها عمليه التعديل . ويستحسن استشاره الطبيب في تقدير مدى التعديل الواجب اجراءه علي اللبن ليصبح اكثر ملائمه لصحه وعمر الرضيع . ويمكن ان ينصح الطبيب باعطاء الرضيع عصير الطماطم او البرتقال لتعويض النقص في فيتامين C في اللبن .

القيمه الغذائيه للقشده:

وتحتوي القشده علي نفس المكونات الموجوده في اللبن الا انها تتميز بارتفاع نسبة ماتحتويه من الدهن وبانخفاض نسبة المواد الصلبه والماء، لذلك فهي اخف وزنا من اللبن الكامل . والقشده تعتبر مصدرا جيدا للحصول علي الطاقة الحراريه وهي الماده الخام في صناعه الزبد والاييس كريم وتوجد علي صور متعدده مثل قشده القهوه Coffee cream والتي تحتوي علي ١٨-٢٠% دهن او علي صور قشده مخفوقه بها ٣٥% دهن وتستعمل عادة في صناعه التورتات .

القيمة الغذائية للبن الفرز:

وله نفس قيمة اللبن الكامل فيما عدا خلوه من الدهن ويستعمل اللبن الفرز وقد يضاف له سكر او قهوه او كاكاو او عسل نحل . وقد يستخدم في طهو بعض اصناف الخضروات وعند الحاجة قد يضاف اليه أي مصدر دهني آخر . ويصنع منه الزبادي والكفير والكوميس والاسيدوفلاس والجبن القريش . ويدخل في صناعه الخبز او في تغذية صغار العجول ويستعمل اللبن الفرز في تغذية الافراد ذوي الاوزان العاليه والقابلون للسمنة وكذلك مرضي تصلب الشرايين وفي امراض الكبد والكلبي وضغط الدم .

القيمة الغذائية للزبد:

وترجع القيمة الغذائية للزبد الي احتوائه علي الدهن اللبني الذي يدخل في تركيبه الاحماض الدهنيه المشبعة القصيرة السلسلة (مثل حامض البيوتريك والكابريك والكابرويك والكابرليك) والتي لا توجد عادة في الدهون الاخرى ويعطي الزبد الطعم والرائحة الجيدة بالاضافه الي انخفاض درجه حراره اسالته وهذا يساعد علي سرعه هضمه . كذلك فان الزبد يحتوي علي الاحماض الدهنيه الغير مشبعة والتي تلعب نورا هاما من الناحية البيولوجية فهو يؤثر علي نمو الجسم وترفع مقاومته للأمراض وتحفظ الجلد من التشقق والجفاف، والعدوي بالامراض وكذلك تحميه من الاكزيما . ومن اهم مميزات الزبد ان حبيبات الدهن به توجد في صوره مستحلب دقيق ولهذا السبب يمكن امتصاصها خلال الامعاء الدقيقة الي الدم مباشرة دون الهدم الكيماوي لها بانزيم الليبيز او بالعصاره الصفراويه ومن هنا يتضح كيف انها توجد في الدم (V.E) . كذلك تحتوي الزبد علي المواد المضاده للاكسده مثل التوكوفيرول الذي يمنع حدوث الاجهاض في السيدات او العقم في الرجال . كذلك يحتوي علي الفوسفوليبيدات

واهمها الليسيثين والذي يمنع من دهنيه الكبد . كذلك فانه يحفظ الكوليسترول في البلازما علي صورته مستحلب بما يمنع ترسبه علي جدار الاوعيه او الشرايين .

القيمة الغذائية للبن الخض:

وهو ناتج من عملية خض القشده للحصول علي الزبد، وتقريبا يحتوي علي نفس مكونات اللبن الفرز ولكن بنسب مختلفه بالاضافه الي احتوائه علي نسبة مرتفعه من الدهن والليسيثين وللاخير قيمه كبري في عمليات التحول الغذائي . وقد يضاف اللبن الخض بآديء الاسيدوفيلاس او تضاف القشده وينتج من ذلك مشروب مخمر ذو قيمه علاجيه كبيره في لمرضى الجهاز الهضمي (المعدة - الامعاء) وقد يخلط باللبن الخض الطازج لبن فرز او شرش ويستعمل المخلوط في تصنيع عديد من المنتجات اللبنيه غير الدهنيه مثل اللبن الفرز المجفف او المكثف، اللبن المتخمر، الجبن القريش، وقد يدخل في صناعه بعض الاغذيه الاخرى وقد يستعمل في تغذيه الحيوانات بالمزرعه وخاصه الدواجن والخنازير .

القيمة الغذائية للجبن:

وترجع اهميتها في تغذيه الانسان الي احتوائها علي نسبة عاليه من البروتين (١٦-٢٢%) والدهن (تصل نسبته الي ٣٠%) ومصدر غني لاملاح الكالسيوم (٦٠٠ - ١٠٠٠ مجم %) وفوسفات (٤٠٠ - ٧٠٠ مجم %) وفيتامين A (حتى ٠,٢ مجم %) للثيامين (٠,٦٥ مجم %) والريبوفلافين (٠,٣٤ - ٠,٦ مجم %) ويتميز الجبن برائحته الطيبه وطعمه المستساغ التي تساعد علي فتح الشهيه وبالتالي علي افراز العصارات الهضميه . ونظرا لطول مدة حفظ الجبن الجافه والمطبوخه فتستعمل علي نطاق واسع في الرحلات . كذلك تؤدي عملياته تسويه الجبن الي تحويل مكوناته الي صورته اسهل مضما حيث يتحول

البروتين الي احماض امينية والدهن الي احماض دهنيه والسكر
لاحماض عضويه ودلت النتائج علي ان ٩٠% من كازين الجبن
يستفيد به الجسم .

ويستهلك الجبن مع الاغذية النشوية عادة كالكخبز والبطاطس
والمكرونه . ويدخل في صناعة العديد من اصناف الطعام والقطائر
ويستخدم الجبن القريش في تغذية المرضى . ويعتبر الجبن اسرع
هضما لتعرضه بدرجة اكبر للانزيمات الهاضمه -، اما الجبن الحريفة
مثل الروكفور فترفع معدل افراز العصارات، وبالتالي تؤدي الي
حموضه المعده لذلك لا تستعمل في حالة مرضي الالتهابات والقرح
المعديه . وتستخدم كأغذية فاتحة للشهيه في حالة فقر الدم الغذائي
نتيجة لضعف الشهيه والنصابين بنقص في الافرازات الهاضمه .

القيمة الغذائية للشرش:

وهو ناتج من تجبن اللبن في صناعة الجبن ويحتوي علي كمية
كبيرة من سكر اللاكتوز والفيتامينات والاملاح الذائبة في الماء
بالاضافة الي الاليومين والجلوبيولين وهي بروتينات عالية القيمة
الغذائية وتتميز بسهولة هضمها، ويمكن ان تجهز منها عديد من
المشروبات والجيلي. كما قد يضاف الي العجين في صناعة الخبز
بغرض رفع قيمته الغذائية .

القيمة الغذائية للالبان المتخمرة:

للالبان المتخمرة تأثير ملين علي الامعاء بالاضافة الي انها تحتوي
علي كميات كبيرة من فيتامين B وتوقف نشاط بعض الميكروبات غير
المرغوبة ويوجد البروتين فيها علي صورته ببتونات اكثر انتشارا
واسهل هضما . كما ان للطعم الحامضي للالبان المتخمرة يشجع
افراز اللعاب والعصارات المعديه والمعويه وبذلك يزيد الشهيه . كما
يزيد من امتصاص الكالسيوم .

القيمة الغذائية للالبان المركزه:

وترجع اهميتها الي امكانيه استخدامها علي مدار السنه . وتشمل هذه الالبان المركزه المحلاه والالبان المكثفه المعقمه وكذلك اللبن المجفف وتتشترك جميعا في انها تحفظ لمدى طويله جدا بسبب انخفاض نسبه الرطوبه بها والمعاملات الحراريه التي تتعرض لها اثناء الصنائه او لوجود السكروز كما في اللبن المكثف المحلي . وتحتوي هذه الالبان علي نسبه عاليه من المكونات الصلبه اللبنيه في صورته سهله الهضم كما تتميز بطعمها الممتاز .

وتستعمل الالبان المركزه في اغراض متعدده منها: صنائه المثلوجات اللبنيه والحلويات والفظائر وكذلك تستعمل في تغذيه الاطفال بعد تعديل تركيبها وفي عديد من الصناعات الغذائيه الاخرى .

الحمد لله رب العالمين

الصفحة

٣

تقديم الكتاب

٥

الباب الأول: مقدمة عن صناعة الألبان

٨

الغدد اللبنية وإدرار اللبن

١١

الباب الثاني: كيمياء وتركيب الألبان

١٣

المكونات الأساسية للبن

١٣

الماء

١٤

اللاكتوز

١٧

دهن اللبن

٢٩

بروتينات اللبن

٤٣

انزيمات اللبن

٤٧

أملاح اللبن

٥٣

فيتامينات اللبن

٦٠

المكونات الصفري باللبن

٦١

المركبات النيتروجينية اللابروتينية

٦٢

٦٣	الباب الثالث: الخواص الطبيعية للبن
٦٣	الصفات الحسية
٦٤	الصفات الطبيعية القياسية للبن
٦٤	الكثافة والوزن النوعي
٦٦	التوتر السطحي
٦٦	جهد الأكسدة والاختزال
٦٧	اللزوجة
٦٩	تركيز أيون الأيدروجين أو رقم pH اللبن
٧١	معامل الانكسار
٧١	التوصيل الكهربائي
٧٢	الضغط الاسموزي
٧٣	نقطة التجمد
٧٣	نقطة الغليان
٧٤	الحرارة النوعية
٧٤	التوصيل الحراري

٧٧	الباب الرابع ميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته
٧٨	علاقة الميكروبات باللبن ومنتجاته
٧٨	العوامل المؤثرة علي نمو الميكروبات
٨٤	ابادة ميكروبات اللبن
٨٨	ميكروبيولوجيا الالبان
٩٢	تصنيف وتسمية البكتريا
٩٤	أسس تقسيم البكتيريا
١٠٧	الخمائر
١٠٧	الفطريات
١٠٨	انتشار الامراض والتسمم الغذائي بواسطة اللبن ومنتجاته
١٠٩	ميكروبيولوجيا انتاج اللبن في المزرعة
١١٥	ميكروبيولوجيا اللبن ومنتجاته
١٢٢	البادئات
١٢٨	الالبان المتخمرة
١٤٧	الباب الخامس: المعاملات التكنولوجية للبن السائل
١٤٧	ترشيح اللبن وتنقيته

١٤٨	فصل البكتريا بالطرد المركزي
١٤٩	المعاملات الحرارية
١٦٩	الباب السادس: المنتجات اللبنية الخاصة
١٦٩	اللبن المجنس
١٧١	الالبان ذات الخثرة الطرية
١٧٣	اللبن المجفف المعاد نوبانه
١٧٤	لبن الشيكولاته
١٧٩	اللبن المطعم بفيتامين د
١٨١	الباب السابع: المنتجات الدهنية اللبنية
١٨٢	صناعة القشدة
١٩١	صناعة الزبد
٢٠٨	صناعة السمن
٢١٢	المورقة
٢١٣	الباب الثامن: صناعة الجبن
٢١٤	تعريف الجبن حسب المواصفات القياسية المصرية
٢١٥	تقسيم الجبن

٢١٧	علاقة مكونات اللبن بصناعة الجبن
٢٢٢	انواع التجبن
٢٢٣	الخطوات الاساسية لصناعة الجبن
٢٣٣	اهم التغيرات التي تحدث في مركبات الجبن الرئيسية اثناء التسوية
٢٣٨	ربع الجبن
٢٤٠	ميكنة صناعة الجبن
٢٤٣	بعض العيوب التي قد تظهر في الجبن
٢٤٧	الباب التاسع : صناعة الالبان المركزة
٢٤٨	صناعة اللبن المكثف
٢٥١	صناعة اللبن المكثف المحلي
٢٥٦	صناعة اللبن المكثف المعقم
٢٥٩	صناعة اللبن المجفف
٢٦٤	اللبن المجفف سريع الذوبان
٢٦٩	الباب العاشر : المثلوجات اللبنية
٢٦٩	تقسيم المثلوجات اللبنية
٢٧٥	خطوات صناعة المثلوجات اللبنية

٢٧٩	صفات المثلوجات الجيده
٢٨٠	العيوب التي قد تظهر في المثلوجات
٢٨٣	الباب الحادي العاشر: النواتج اللبنيه الثانويه
٢٨٣	اللبن الخض
٢٨٤	اللبن الفرز
٢٨٦	الشرش
٢٨٧	المورته
٢٨٧	الالبان المتخمرة التقليديه
٢٩٠	استعمالات اللبن الغذائيه
٢٩٧	الفهرس

Bibliotheca Alexandrina



1240355

